O. C. NECRASOV

G. T. DORNESCU

ANATOMIA COMPARATĂ A VERTEBRATELOR

VOLUMUL II

Scanned with OKEN Scanner

MINISTERUL ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

Prof. Dr. Doc. O. C. NECRASOV
Membru corespondent al Academiei
Republicii Socialiste România

Prof. Dr. Doc. G. T. DORNESCU
Profesor emerit

ANATOMIA COMPARATĂ A VERTEBRATELOR

VOLUMUL
II

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI – 1971

Scanned with OKEN Scanner

Prefață

Prezentul volum reprezintă continuarea volumului I de Anatomie comparată a vertebratelor, apărut la Editura didactică și pedagogică la sfîrșitul anului 1968.

Dacă volumul I cuprinde sistemele legate în special de viața de relație, adică sistemul tegumentar, osos, muscular, nervos, organele de simț și receptorii, precum și unele capitole de ordin general, așa cum sînt istoricul dezvoltării anatomiei comparate și principiile ei de bază, volumul II cuprinde sistemele legate de funcțiile de nutriție adică sistemul digestiv, respirator, circulator, excretor, precum și sistemul genital și endocrin.

În expunerea datelor ne-am călăuzit de aceleași principii ale anatomiei comparate moderne, ale cărei caracteristici le-am expus în introducerea din volumul I, care este o anatomie evoluționistă, ecologică și funcțională. Ca și în volumul I, am acordat un loc special studiului sistemelor tratate, la om.

Autorii

Scanned with OKEN Scanner

SISTEMUL DIGESTIV

Un organism viu solicită un aport constant de materiale de construcţie şi surse de energie pentru întreţinerea vieţii: pentru lucru mecanic, pentru menţinerea temperaturii corpului, pentru repararea pierderilor permanente şi continue de substanţă organică (de exemplu epiderma pielii şi epiteliul cavităţilor interne, părul, unghiile etc.), pentru menţinerea funcţiunilor normale ale celulelor etc. Omul, ca şi celelalte animale, îşi procură materialele necesare pentru aceste scopuri din mediul în care trăiesc, sub formă de hrană animală sau vegetală şi apă, săruri minerale etc.

Procesul digestiei, care are loc în tubul digestiv prin transformări fizice şi chimice ale substanţelor consumate, face aceste substanţe absorbabile şi pe urmă asimilabile. Ca un rezultat al acestor transformări, substanţele hrănitoare complexe şi în cea mai mare parte insolubile sînt transformate în compuşi mai simpli şi solubili, care pătrund în sînge, fiind transportaţi de el în corp şi apoi absorbiţi de celule, unde sînt asimilaţi.

Substanţele nutritive introduse în organismul animalelor superioare altfel decît prin gură (de exemplu, direct în sînge), de regulă nu sînt asimilate de către celule; organismul le tratează ca pe nişte corpuri străine. Însă substanţele nutritive *prelucrate* artificial (glucoză, hidrolizat de proteine etc.) pot în unele cazuri să fie utilizate de organism, cînd sînt introduse direct în sînge.

Digestia la toate organismele pluricelulare (excepţie spongierii) este *extracelulară*, adică are loc într-o cavitate cunoscută sub numele de **tub digestiv.** Particulele alimentare sînt transformate chimic, cu ajutorul enzimelor secretate în cavitatea tubului digestiv. Enzimele pot fi împărţite în trei grupe: *proteolitice, lipolitice* şi *amilolitice*. După cum numele însuşi o arată, aceste enzime transformă în compuşi mai simpli proteinele, grăsimile şi polizaharidele (în unele lichide digestive se găsesc şi alte enzime, de exemplu, oxidaze şi amidaze).

Enzimele sînt produse în organe glandulare ale sistemului digestiv împreună cu diferite sucuri digestive, însă enzimele diferitelor sucuri care acţionează la fel nu sînt identice. Astfel, de exemplu, enzima

Scanned with OKEN Scanner

proteolitică produsă de glandele gastrice se deosebește de enzima proteolitică a sucului pancreatic.

În afară de faptul că este transformată chimic, hrana este modificată și mecanic în tubul digestiv. În timpul modificărilor mecanice, hrana este fărîmițată, deplasată dintr-o parte a tractului digestiv în alta și amestecată cu sucurile digestive. Toate aceste operații sînt urmate, după trecerea substanțelor nutritive în sînge, de eliminarea din organism a hranei nedigerate, a celulelor epiteliale descuamate și a microorganismelor.

La animalele inferioare, tubul digestiv este un tub simplu sau chiar un sac. La cele superioare, tubul digestiv se complică în legătură cu natura hranei și cu particularitățile lor biologice.

EMBRIOGENEZA ȘI STRUCTURA GENERALĂ A TUBULUI DIGESTIV

La vertebrate, în timpul embriogenezei, tractusul digestiv este inițial format din o schiță endodermică avînd forma unui tub închis la ambele capete. În dreptul capătului anterior, ectoblastul se invaginează formînd stomodeumul care, adîncindu-se, atinge capătul tubului digestiv, ectoblastul alipindu-se la acest nivel de endoblast și formînd *membrana faringeană*. Prin resorbția acesteia, stomodeumul intră în legătură cu tubul digestiv entoblastic, care capătă astfel deschiderea sa anterioară. Stomodeumul ectoblastic și partea anterioară a tubului digestiv entoblastic vor forma cavitatea bucală. La partea posterioară a embrionului, în fața capătului posterior al tubului digestiv entoblastic, se produce, de asemenea, o invaginație ectoblastică, numită *proctodeum*, al cărei fund se alipește de capătul extrem al intestinului entoblastic, formîndu-se astfel o *membrană proctodeală*, prin resorbția căreia tubul digestiv comunică cu exteriorul și la capătul său posterior. Totodată elemente mezoblastice provenite din splanhnopleură se așază de-a lungul epiteliului, în majoritate entoblastic, a schiței embrionare a tubului digestiv, dînd naștere în decursul embriogenezei și histogenezei la învelișurile sale conjunctive și musculare care completează pereții săi.

Pereții tractusului digestiv sînt astfel formați din următoarele tunici: *mucoasa*, urmată uneori de submucoasă, *musculoasa* și, la exterior, fie de o *adventice*, fie de o *seroasă*.

Mucoasa este alcătuită dintr-un epiteliu (care în funcție de regiune poate fi pluristratificat sau, din contră, unistratificat), prezentînd întotdeauna numeroase glande, dintr-un corion, oferind de obicei numeroase elemente limfoide, la care se mai poate adăuga și o musculoasă a mucoasei, formată din fibre musculare netede. *Submucoasa* este formată din țesut conjunctiv, care asigură o legătură laxă cu musculoasa. *Tunica musculoasă* este formată din o pătură de fibre circulare și din o pătură de fibre longitudinale. De regulă, ele sînt striate în regiunea

Scanned with OKEN Scanner

anterioară a tractusului digestiv şi netede în tot restul său. Ca rezultat al contracţiei acestei musculaturi se nasc mişcările ritmice ale pereţilor tractusului digestiv, denumite *mişcări peristaltice*. Graţie acestor mişcări are loc amestecarea conţinutului alimentar, precum şi progresiunea sa de-a lungul tractusului. *Adventicea* învelește la exterior esofagul, fiind înlocuită, începînd de la stomac, cu o seroasă care nu este altceva decît o parte din tunica peritoneală a cavităţii abdominale.

Dintre toate ţesuturile care intră în compoziţia pereţilor tractusului digestiv numai epiteliul este deci de origine entoblastică, cu excepţia unei mici porţiuni anterioare, care corespunde stomodeumului şi unei mici porţiuni posterioare, care corespunde proctodeumului, ale căror epiteliu este ectoblastic. Tot restul ţesuturilor tractusului digestiv este de provenienţă mezoblastică.

Diferenţierea regiunilor morfofuncţionale ale tractusului digestiv (fig. 1) începe prin formarea unei regiuni anterioare lărgite de la ai cărei pereţi laterali pornesc evaginaţii entoblastice perechi (pungi entoblastice) care cresc spre învelişul ectoblastic extern al embrionului. În dreptul lor, ectoblastul formează invaginaţii corespunzătoare (pungi sau şanţuri ectoblastice), care concresc la capăt cu cele entoblastice. Membrana care le separă se resoarbe la vertebratele acvatice (peşti şi ciclostomi), formîndu-se astfel *fantele branhiale*. La vertebratele superioare tetrapode nu se formează fante branhiale, şanţurile ectoblastice dispărînd (afară de primul, care la mamifere dă naştere la conductul auditiv extern). În ceea ce priveşte pungile entoblastice, ele dau naştere la o serie de organe importante: trompa lui Eustache şi camera timpanică, fosetele amigdaliene, timu-

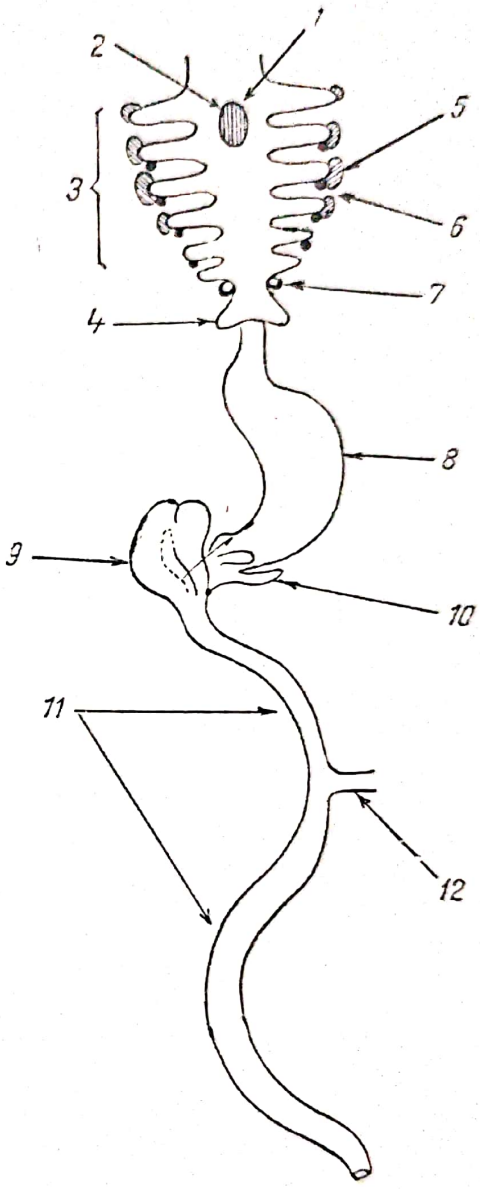


Fig. 1. Schema tractusului digestiv embrionar (din Smalhausen):
1 — faringele; *2* — schiţa tiroidei; *3* — pungile endoblastice; *4* — schiţa plămînilor; *5* — schiţa timusului; *6* — schiţa paratiroidei; *7* — schiţa corpilor ultimobranhiali; *8* — stomacul; *9* — schiţa ficatului; *10* — schiţa pancreasului; *11* — intestinul; *12* — pedicului vitelin.

sul, paratiroidele, părţile laterale din tiroidă. La partea posterioară a acestei regiuni, în urma ultimelor pungi entoblastice, o evaginaţie simplă sau, în alte cazuri, o evaginaţie pereche a planşeului tubului digestiv dă naştere la plămînii tetrapodelor şi a unor peşti (Dipnoi, *Polypteridae*). Pe planşeul regiunii dintre pungile entoblastice, vor apărea de asemenea, schiţele embrionare ale limbii şi ale părţii mediane a tiroidei.

Această porţiune lărgită a tubului digestiv devine *cavitatea faringiană*, iar porţiunea care o precede (şi în constituţia căreia intră şi stomodeumul) devine *cavitatea bucală*. La ciclostomi şi peşti, aceste două cavităţi sînt slab delimitate între ele, formînd cavitatea *bucofaringiană*.

La partea posterioară a tubului digestiv apare, de asemenea, o dilatare denumită *cloac*, în care se deschid canalele de evacuare a rinichilor embrionari şi a organelor genitale şi care comunică cu exteriorul prin anus. La majoritatea vertebratelor, cloacul rămîne şi în stare adultă. Numai la peştii osoşi şi la mamiferele vivipare (metatherieni şi eutherieni) cloacul embrionar se separă complet în o regiune dorsală, legată de tubul digestiv şi o regiune ventrală, sau sinus urogenital, în care se deschid conductele excretoare şi genitale.

Regiunea tractusului digestiv care se află între cavitatea faringiană şi cloac este specializată strict pentru digestie, în timp ce cavitatea bucală şi faringiană, atît la vertebratele cu respiraţia branhială cît şi la cele cu respiraţia aeriană, îndeplineşte şi rolul de conduct respirator, iar cloacul cumulează rolul de cameră comună a tubului digestiv, a sistemului excretor şi a sistemului genital (afară de peştii osoşi şi mamiferele vivipare).

Această regiune strict digestivă formează, imediat după faringe, o porţiune tubulară, care este *esofagul*. Partea dilatată care îi urmează este stomacul, iar deschiderea dintre ele poartă numele de *cardia*. Stomacul se deschide prin *pilor* (prevăzut de obicei cu o valvulă pilorică) în un tub mai mult sau mai puţin lung care este *intestinul*. Acesta este alcătuit din două părţi distincte: intestinul *subţire* şi intestinul *gros*. La vertebratele superioare intestinul subţire se diferenţiază la rîndul său în următoarele regiuni: *duodenul*, *jejunul* şi *ileonul*.

Mugurii entoblastici porniţi din partea anterioară a intestinului subţire (care corespunde duodenului) dau naştere în decursul embriogenezei la două glande anexe, deosebit de importante, ale sistemului digestiv: *ficatul* şi *pancreasul*.

La unii peşti, o evaginaţie dorsală a tubului digestiv (de obicei a regiunii esofagiene) dă naştere la *vezicula gazoasă* sau înotătoare.

Cavitatea bucală este susţinută de scheletul visceral, constituit aici din arcul oral, plafonul său fiind format la majoritatea vertebratelor din baza neurocraniului (bolta palatină primară), numai la mamifere precum şi la unele reptile (Crocodilieni) apărînd o boltă palatină secundară formată de scheletul visceral.

Mucoasa cavităţii bucale, delimitată de un epiteliu pluristratificat conţine la vertebratele acvatice numeroase glande unicelulare a căror

Scanned with OKEN Scanner

secreţie uşurează deglutiţia. La vertebratele terestre apar aici glande pluricelulare a căror secreţie este saliva care conţine unele enzime. La mamifere, unele din ele devin aşa de voluminoase încît depăşesc limitele mucoasei, devenind adevărate glande anexe. Cavitatea bucală conţine limba şi dinţii.

Faringele de la vertebratele acvatice (ciclostomi şi peşti) conţine un schelet hiobranhial puternic care susţine aici aparatul branhial.

La vertebratele terestre, faringele şi aparatul hiobranhial suferă modificări profunde, drept consecinţă a dispariţiei branhiilor, păstrînd totuşi legătura cu aparatul respirator pulmonar, care apare în embriogeneză sub forma unei evaginări (sau două evaginări) a peretelui ventral al cavităţii faringiene.

Esofagul are o lungime variabilă care depinde în primul rînd de lungimea gîtului. El este căptuşit, la fel ca gura şi faringele, cu un epiteliu pavimentos multistratificat, bogat în elemente glandulare. La exteriorul tunicii musculare esofagul este învelit cu o adventice.

Stomacul este bine delimitat la exterior faţă de esofag, numai la vertebratele superioare, dar această graniţă externă nu corespunde întotdeauna cu cea histologică şi fiziologică. Din acest punct de vedere, stomacul este caracterizat drept un organ în care digestia se desfăşoară într-un mediu acid. El este căptuşit la interior cu un epiteliu unistratificat, bogat în glande, prezintă o puternică tunică musculară, acoperită la exterior de o seroasă. Forma sa este variabilă şi este adeseori în raport cu forma generală a corpului. Uneori stomacul poate fi multicameral, în constituirea unor încăperi putînd intra şi partea posterioară a esofagului.

Intestinul subţire, avînd forma unui tub mai mult sau mai puţin lung (de cele mai multe ori în raport cu regimul de hrană), este partea tubului digestiv în care digestia, desfăşurîndu-se într-un mediu uşor bazic, este desăvîrşită graţie enzimelor fabricate de glandele intestinale şi de pancreas, precum şi acţiunii bilei. Tot aici are loc absorbţia substanţelor hrănitoare rezultate din digestie. În legătură cu aceasta, suprafaţa internă a intestinului subţire poate fi considerabil mărită prin apariţia unor dispoziţii speciale, aşa cum sînt: valvula spirală, cecumuri pilorice, vilozităţi intestinale, valvule conivente. Epiteliul intestinului este unistratificat şi bogat în glande ca şi la stomac.

Intestinul gros (căptuşit şi el cu epiteliu unistratificat) prezintă uneori, la deschiderea intestinului subţire, cecumuri, precum şi evaginaţii glandulare în regiunea sa posterioară. El serveşte la acumularea reziduurilor digestive care vor fi eliminate prin anus.

Părţile diferenţiate ale tractusului digestiv menţionate mai sus sînt uneori grupate în modul următor: cavitatea bucală şi cea faringiană alcătuiesc *intestinul cefalic;* esofagul şi stomacul formează *intestinul anterior;* intestinul subţire corespunde cu *intestinul mijlociu,* intestinul gros corespunde cu *intestinul posterior.*

Scanned with OKEN Scanner

SISTEMUL DIGESTIV ÎN SERIA VERTEBRATELOR

CICLOSTOMII

La larvele de *Petromyzon (Ammocetes)*, gura este în formă de potcoavă şi nu posedă nici limbă, nici dinţi. La petromizontidele adulte, gura are forma unei pîlnii cu orificiul circular, cînd animalul este fixat, şi ovalară cînd animalul este liber. Cavitatea bucală este tapisată cu un epiteliu pluristratificat, asemănător cu epidermul; se deosebeşte însă de acesta prin lipsa celulelor granuloase şi în formă de măciucă. În fundul gurii, apare *pistonul lingual*, care poate să fie proiectat pînă la marginea orificiului bucal.

La adult, pe buze, pe mucoasa bucală şi pe pistonul lingual, găsim formaţiuni odontoide descrise sub numele de *dinţi* (fig. 2). Aceştia sînt formaţi dintr-o scufie cornoasă, făcută din cîteva pături de celule sclerificate (dar cu nuclei încă vizibili), dintr-un ţesut destul de lax, aşa-zis stelat, şi dintr-o altă scufie cornoasă care va înlocui pe cea externă,

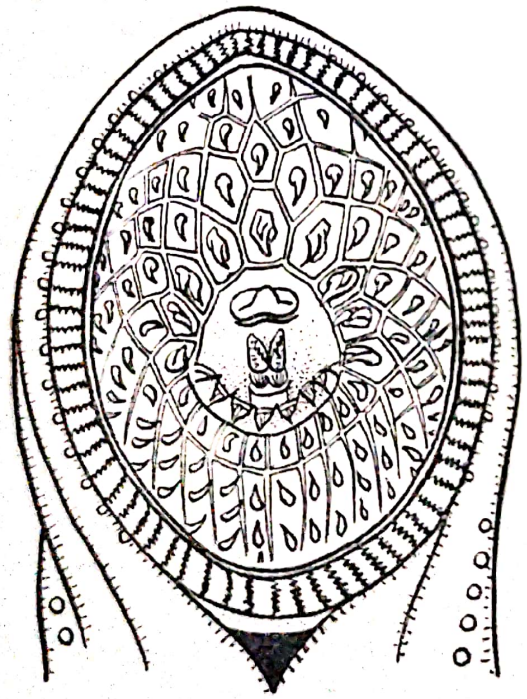


Fig. 2. Pîlnia bucală cu formaţiuni odontoide la *Petromyzon marinus* (după Rauthner, din J. Anthony).

uzată. Dedesubt, se întîlneşte o pătură groasă de celule, numite *spinoase*, care formează scufiile cornoase succesive. Totul se sprijină pe un soclu cartilaginos.

Centrul pistonului lingual este ocupat de un ax cartilaginos, în formă de sabie. În jurul axului se găseşte o membrană fibroasă, pe care se inseră muşchi puternici. Extremitatea anterioară a pistonului este lăţită şi prevăzută cu dinţi cornoşi

La *Ammocetes*, cavitatea bucală se continuă cu un *faringe branhial* pe pereții căruia sînt orificii care conduc în *saci branhiali* (v. fig. 71). La adult, cavitatea bucală se continuă cu un *esofag* situat dorsal și cu un *apeduct (ductus branchialis)* (v. fig. 72) situat ventral. Apeductul se termină caudal în fund de sac și poartă pe pereții săi laterali 7 perechi de osculi care conduc în tot atîția saci branhiali. El nu este astfel decît faringele branhial al larvei, care la începutul metamorfozei s-a despărțit de esofag și s-a închis la capătul caudal. La sfîrșitul metamorfozei, esofagul crește cranial și se pune în legătură cu cavitatea bucală. Rămîne de văzut dacă acest fenomen are loc și în cazul cînd adulții nu se hrănesc.

Nu se poate distinge un stomac, esofagul continuîndu-se cu intestinul, înzestrat la partea sa anterioară cu o cută spirală foarte dezvoltată, numită *typhlosolis*, care la larvă conține un țesut hematopoietic, ce dispare la adult. Rostrul intestinal prezintă un mic cecum lipit de esofag. Cînd au atins maturitatea sexuală, petromyzontidele nu se mai hrănesc și intestinul se atrofiază.

Lama peritoneală, care, la toate celelalte vertebrate, leagă tubul digestiv de peretele corpului, este reprezentată aici prin cîteva fîșii situate în regiunea anală.

Glandele anexe ale tubului digestiv sînt reprezentate prin glande salivare, ficat și pancreas.

Glandele salivare există la petromizontidele adulte însă lipsesc la forma lor larvară și la mixinoide. În număr de două și de formă ovalară, ele sînt dispuse simetric sub ochi și sînt înconjurate de mușchiul bazilar (mușchii hipobranhiali). Fiecare glandă are un perete cutat, de la care pleacă un canal evacuator. Cele două canale evacuatoare, foarte fine, se deschid în vîrful a două papile foarte apropiate, situate pe fața ventrală a limbii. Secreția acestor glande împiedică coagularea sîngelui peștilor cu care se hrănesc petromizontidele. Ea virează repede în negru cînd este expusă la aer. Din această cauză, glandele par pigmentate în negru. Cînd petromyzontidele au atins maturitatea sexuală, proprietatea anticoagulantă a secreției salivare scade.

Ficatul mixinoidelor este format dintr-un lob anterior și un lob posterior. La dreapta lui proeminează vezicula biliară în care se deschid două canale hepatice. Canalul coledoc se deschide în intestin printr-un orificiu larg situat în vîrful unei papile mari. Ficatul mixinelor este o glandă simplă, ale cărei tuburi nu comunică unele cu altele, ele nu formează deci o rețea. Ficatul de *Ammocetes* prezintă o organizație asemănătoare cu aceea de la myxinoide. La *Petromyzon* însă tuburile comunică unele cu altele, cu alte cuvinte ele formează o rețea.

Ficatul de la *Lampetra planeri* își atinge completa dezvoltare imediat după metamorfoză; după aceea începe să regreseze. La *Lampetra fluviatilis* și *Petromyzon marinus* probabil că această regresiune nu începe decît cu puțin înainte ca ei să urce în apele dulci. Vezicula biliară, care

suferă o atrofiere progresivă în timpul metamorfozei, dispare apoi complet la *Lampetra planeri* adultă, cînd orice legătură funcţională este suprimată între canalele biliare şi intestin. Acelaşi lucru se observă la *Lampetra fluviatilis* şi *Petromyzon marinus*, în momentul maturităţii sexuale. Bila se acumulează în ficat, care capătă culori noi (galben sau verde malahit) datorită acumulării de pigmenţi biliari. Este probabil, de asemenea, că coloraţia galbenă-aurie care apare atunci în unele regiuni ale pielii este urmarea opririi eliminării bilei în intestin şi resorbţiei bilirubinei care, transportată de lichidul circulant, s-ar depune în tegument.

Pancreasul. Ca la toate vertebratele, pancreasul ciclostomilor este format dintr-o parte exocrină şi alta endocrină. Barrington (1945) a descris pancreasul la *Myxine glutinosa*. El se prezintă ca o masă mică, ovoidă, alb strălucitoare, localizată la extremitatea canalului coledoc, în regiunea unde acesta se deschide în intestin.

Pancreasul endocrin de la *Ammocetes* este o masă glandulară, primitiv unică, reprezentată printr-un fel de brăţară situată în dreptul locului unde intestinul anterior se continuă cu cel mijlociu. Ea se împarte apoi în trei părţi. Cele două părţi mai importante sînt constituite dintr-un *pancreas anterior*, în contact cu intestinul anterior, şi dintr-un *pancreas caudal* situat mult mai înapoi, in contact cu intestinul mijlociu. Între aceste două mase şi în regiunea de tranziţie dintre intestinul anterior şi intestinul mediu se găsesc noduli pancreatici separaţi, cărora li s-a dat numele de *pancreas intermediar* În urma experienţelor făcute, Barrington consideră aceste trei părţi ale pancreasului ca omologe cu insulele lui Langerhans de la vertebratele superioare.

În ceea ce priveşte pancreasul exocrin, acesta a fost observat tot de Barrington la larve şi la adulţii care se hrănesc. El este reprezentat prin celule speciale din epiteliul intestinal, foarte abundente în regiunea anterioară a intestinului şi în coecum.

PEŞTII

Tubul digestiv se împarte în segmente succesive a căror limite sînt mai mult sau mai puţin bine marcate.

Primul segment constituie *cavitatea bucofaringiană* sau *intestinul cefalic*, care începe cu orificiul bucal şi se termină în dreptul ultimei perechi de arcuri branhiale.

Al doilea segment, *intestinul anterior*, cuprinde esofagul şi stomacul. Limita sa posterioară este indicată de pilor şi de orificiile canalelor coledoc şi pancreatice.

Al treilea segment este *intestinul mediu* sau *mijlociu*, care cuprinde, în special la Selacieni, intestinul valvular. El este separat de al patrulea segment, *intestinul posterior*, la mulţi peşti printr-un coecum. Selacienii şi Dipnoii au în afară de aceste segmente un *cloac*.

Cavitatea bucofaringiană. La unii peşti, de exemplu la *Cyprinidae*, găsim buze tari şi mustăţi, iar la *Choanichthyes* în mod excepţional

Scanned with OKEN Scanner

nări interne sau coane primare pe cerul gurii (care lipsesc la ceilalți pești). Pe planșeul bucal se găsește limba, iar pe plafon, adesea, un organ palatin. În afară de premaxilă, maxilă și mandibulă și alte oase bucale pot purta dinți. Aceștia se pot găsi la unele specii și pe limbă. Peretele faringian este străbătut lateral și ventral de fante (crăpături) branhiale închise parțial de un filtru branhial. Faringele este prevăzut, la unele familii, cu un organ triturator, al cărui element esențial este constituit din dinți faringieni, cărora li se opune o placă masticatoare cornoasă. În sfîrșit, întreaga cavitate poate fi căptușită cu dințișori și conține în mucoasa sa glande unicelulare mucoase și muguri gustativi.

Dinții. În sensul restrîns al cuvîntului, dinții sînt organe tari, situate în gură, formate în esență din dentină și pulpă și al căror rol este de a apuca, a reține, a sfîșia, a tăia și sfărîma alimentele. După piesele scheletice cu care vin în contact se disting: dinți maxilari, premaxilari și mandibulari, dinți vomerieni și parasfenoidieni, dinți palatini și ectopterigoidieni, dinți linguali și faringieni.

De obicei, peștii au o dentiție *omodontă* sau *izodontă* (fig. 3). Totuși există și numeroase cazuri de heterodonție la *Selacieni*, *Characidae*, *Sparidae*, *Blenniidae* etc.

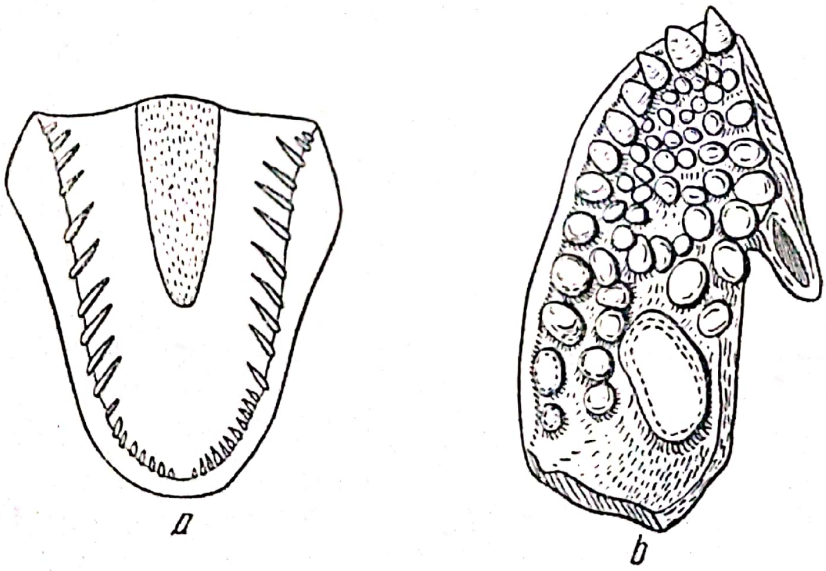


Fig. 3. Dentiția la *Osteichtyes* (din J. Anthony):
a — dinți izodonți și haplodonți, de formă conică, deosebindu-se numai prin mărime, la *Esox lucius*; *b* — dinți heterodonți de pe maxilarul superior de la *Chrysophrys aurata*.

Din punctul de vedere al formei, găsim dinți conici, cilindroconici, triunghiulari, unicuspizi și pluricuspizi, alungiți și în formă de *S*, turtiți ca o lamă, hemisferici, în formă de plăcuțe etc. Unii cercetători i-au comparat cu dinții mamiferelor și i-au numit canini, incisivi, molari. Mai corect ar fi să-i numim dinți caniniformi, incisiformi și molariformi. La Holocefali *(Chimaera)* și Dipnoi există plăci dentare, care pot fi con-

siderate în unele cazuri ca dinţi simpli de mari dimensiuni şi în alte cazuri ca dinţi compuşi.

Alţi peşti *(Scarus, Diodon, Tetrodon)* au un cioc format din premaxile, maxile şi mandibule, lipsite de piele şi de gingii. Acest cioc este prevăzut cu dinţi.

Dinţii sînt formaţi din ţesuturi *eburneene*, de origine mezodermică şi din ţesuturi *adamantine*, de origine ectodermică. Principalele ţesuturi eburneene sînt: osteodentina, vasodentina, ortodentina, pseudodentina şi fibrodentina. Celulele lor formatoare se numesc odontoblaste. Ţesuturile adamantine sînt smalţul propriu-zis şi vitrodentina. Celulele lor formatore se numesc ameloblaste.

Se admite că numai Selacienii au smalţ propriu-zis de origine ectodermică şi de aceeaşi natură ca şi smalţul de la vertebratele superioare. Majoritatea peştilor n-au un smalţ adevărat. În locul lui găsim un ţesut care provine din metamorfoza dentinei periferice sau terminale în contact cu ameloblastele şi care poartă numele de *vitrodentină*. Ameloblastele iau parte indirect la formarea ei prin furnizarea de diastaze şi de o parte din sărurile de calciu.

Dinţii se formează şi se reînnoiesc în mai multe feluri: la Selacieni şi la unii Teleostei de tip *Balistes*, pe seama unei creste dentare; la majoritatea teleosteenilor, care aparţin tipului *Esox*, dinţii apar în gropiţe; la Dipnoi dinţii rezultă din fuzionarea unor germeni la început distincţi.

Dinţii selacienilor iau naştere pe seama unei îngropări epidermice (creastă sau lamă dentară) care se înfundă tangenţial, de sus în jos şi dinafară înăuntru, în interiorul corionului gingiei. Pe faţa medială a acestei îngroşări se constituie *germenii dentari*, care seamănă exact cu

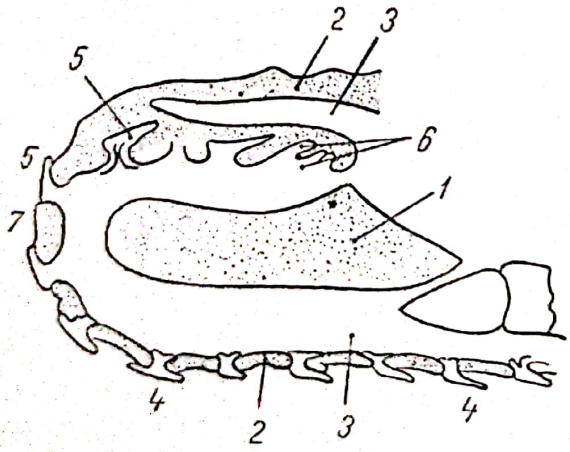


Fig. 4. Secţiune prin mandibula unui exemplar tînăr de *Scyllium* (după Gegenbaur, din Hesse):
1 — cartilajul lui Meckel; *2, 3* — pielea; *4* — solzi placoizi; *5* — dinţi; *6* — mugurii dinţilor de înlocuire; *7* — marginea anterioară a mandibulei.

acei ai spinilor solzilor cutanaţi. Diferitele etape ale odontogenezei se combină, la Selacieni, cu o înaintare a dinţilor care sînt antrenaţi încetul cu încetul către marginea funcţională a fălcilor, printr-o mişcare în „lanţ de bicicletă" a crestei. Astfel se poate observa, chiar pe marginea fălcilor, şirul de dinţi în funcţiune şi, pe faţa lor medială, şiruri succesive de dinţi de înlocuire (fig. 4). Un dinte împreună cu toţi acei desti-

nați să-l înlocuiască formează un șir transversal (în raport cu șirurile longitudinale precedente) și constituie o familie sau o *unitate dentară*.

Dispariția dinților după un timp oarecare de funcționare nu constituie un simplu fenomen de uzură, ci o necroză comparabilă cu aceea a spinilor solzilor placoizi.

La teleosteii ai căror dinți apar și se înlocuiesc pe seama unei creste dentare, aceasta se formează printr-o invaginare a epidermului gingiei. Din partea profundă a acestei creste se constituie germenii dentari, distribuiți atît în șiruri longitudinale, cît și în șiruri transversale, sau familii dentare.

După cum am arătat însă mai sus, la majoritatea teleosteilor nu găsim o creastă dentară specializată, ci o arie dentară mai mult sau mai puțin întinsă și al cărei epiteliu nu diferă de acel din restul cavității bucale decît prin faptul că e puțin mai gros. Germenii dentari se formează unul lîngă altul, întocmai cu spinii solzilor placoizi. De la fiecare din ei pleacă cîte un cordon epidermic, care se înfundă în derm și dă naștere la dinți de înlocuire de diferite familii dentare.

Scaridele și tetraodontiformele au un mod de formare și de înlocuire a dinților care decurge din enorma dezvoltare în „cioc de papagal" a oaselor maxilare, mandibulare și premaxilare. Aceste oase, insuficient de tari, sînt întărite de dinți care iau naștere în interiorul lor, într-o gropiță dentară și ies apoi la suprafață. La *Scaridae*, gropița este plină cu mezenchim și comunică cu exteriorul prin orificii, prin care străbat cordoane epidermice diferențiate din gingie. O dată ce a ajuns în mezenchimul alveolar, aceste cordoane se comportă întocmai ca cele de la *Esox* și dau naștere la generații succesive de germeni dentari. Avem deci tot atîtea familii dentare cît și cordoane epiteliale și orificii la baza ciocului.

Raporturile dinților cu mucoasa bucală și oasele care-i poartă au loc după patru modalități principale: *1)* dinții pot fi numai implîntați în gingie și să nu aibă nici un contact cu piesele scheletice. Aceasta se petrece la selacieni. Aderența lor este totuși destul de puternică, datorită fibrelor conjunctive care pătrund în ei. Cîteodată se observă la baza lor o cavitate de inserție pentru un ligament fixator; 2) dinții pot fi legați de oase prin ligamente elastice, care le permit să se încline într-un sens sau altul. În general, inserția ligamentelor are loc pe o proeminență osoasă, numită *soclu dentar* (piedestal dentar, os de legătură etc.); 3) dinții pot fi sudați cu soclul în care trec pe nesimțite; 4) dinții se pot naște și rămîne implîntați în gropițe mici, de pereții cărora sînt legați prin trabecule osoase.

Limba este o simplă îngroșare a planșeului bucal, în legătură cu extremitatea anterioară a arcului hiodian (bazihialul, glosohialul); cu excepția Dipnoilor, ea nu posedă mușchi proprii, deosebindu-se foarte mult, din acest punct de vedere, de limba musculară a vertebratelor superioare. Mișcările sale sînt datorate aproape exclusiv pieselor scheletice de dedesubt. Ca și restul cavității bucofaringiene, limba este acoperită de un epi-

Scanned with OKEN Scanner

teliu pluristratificat, bogat în celule mucoase și în muguri gustativi. Ea poate fi acoperită de dinți.

În partea posterioară (caudală) a bolții bucofaringiene, Teleosteenii posedă un *organ palatin*, un fel de perniță cărnoasă, datorită îngroșării mucoasei, cuprinzînd dinspre cavitatea bucală înspre craniu un epiteliu pluristratificat, o pătură conjunctivă și o musculatură bogată (studiul său a fost reluat la *Cyprinidae* de Maria Dornescu).

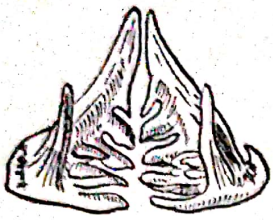


Fig. 5. Dinții faringieni la un ciprinid (din J. Baer).

O perniță asemănătoare, însă mai mică, se găsește pe planșeul cavității bucofaringiene, înapoia limbii. La *Cypriniformae* găsim pe oasele faringiene inferioare *dinți faringieni* (fig. 5). Opuși lor, întîlnim o *placă masticatoare cornoasă*, ovală sau triunghiulară. Această placă, numită și „osul amar", umple excavația procesului faringian al bazioccipitalului.

Filtrul branhial. Pe marginea internă și concavă a arcurilor branhiale se ridică protuberanțe, numite *branhictenidii*. Branhictenidiile dintr-un același șir formează un „pieptene" sau o „greblă branhială" care, împreună cu șirul de branhictenidii de pe arcul vecin, astupă în parte crăpătura branhială dintre două arcuri și poate îndeplini rolul unei vîrșe, al unui ciur sau al unui filtru. Conformația acestui filtru variază mult în raport cu genul de hrană. Studiul acestor variabilități a fost reluat, la noi în țară, de A. C. Teodorescu, care a demonstrat marea variabilitate a filtrului în interiorul chiar a unei aceleiași familii, în funcție de volumul particulelor alimentare.

Intestinul anterior. Acest segment cuprinde cel mult esofagul și stomacul și se reduce adesea, la peștii fără stomac, la porțiunea sa esofagiană, care este în acest caz foarte scurtă.

Stomacul este o dilatare a tubului digestiv, care servește pentru o înmagazinare temporară a hranei. Pereții săi prezintă cute longitudinale mari, nepermanente. Numai cînd epiteliul care-l căptușește conține glande gastrice (cu unele excepții speciale), el este un stomac adevărat. Funcția sa digestivă este evident o adaptare secundară. Ea se petrece într-un mediu acid.

Limita dintre esofag și stomac este indicată macroscopic printr-o strangulare, iar microscopic prin trecerea bruscă de la epiteliul pluristratificat al esofagului la epiteliul unistratificat al stomacului, ca și prin apariția, de asemenea bruscă, a glandelor gastrice (în cazul stomacului propriu-zis).

Adevăratul stomac, definit prin proprietatea lui de a secreta pepsină și acid clorhidric lipsește la un număr de pești, printre care putem cita: Holocefalii, Gobiesocidele, Dipnoii, Cyprinidele, Cobitidele, Cyprinodontele, Labridele, Scaridele, Blenniidele etc. Acești pești po-

sedă un aparat masticator (plăci dentare, dinți faringieni, cioc) foarte dezvoltat, cu ajutorul căruia hrana este sfărîmată, și, ajungînd în intestin în fragmente mici, poate fi ușor supusă digestiei chimice. Peștii care înghit fără să sfărîme mai întîi hrana au, din contră, un stomac diferențiat.

Asupra regiunilor din care este alcătuit stomacul peștilor, părerile sînt încă împărțite. După B e r t i n, stomacul peștilor prezintă numai o regiune cardială și una pilorică. La unii s-ar mai adăuga și un stomac cecal. După R o m e r, stomacul peștilor prezintă numai un epiteliu fundic și un epiteliu piloric. După W e i c h e r t, stomacul peștilor prezintă un capăt cardial, un corp și un capăt piloric. După M o n t a g n e, prima parte a stomacului care se continuă cu esofagul, și deseori nu se poate distinge de el, este regiunea cardială care este căptușită cu un epiteliu mucigen și conține glande care secretă mucus. Corpul stomacului, în formă de pungă, este porțiunea peptică sau fundică ale cărei glande secretă pepsina. Porțiunea terminală, pilorică, este subțiată și conține glande mucoase speciale.

Din punct de vedere morfologic distingem 4 tipuri de stomacuri (fig. 6).

a) *Stomacul rectiliniu.* Se găsește la un mic număr de Teleostei (de ex. *Esox).*

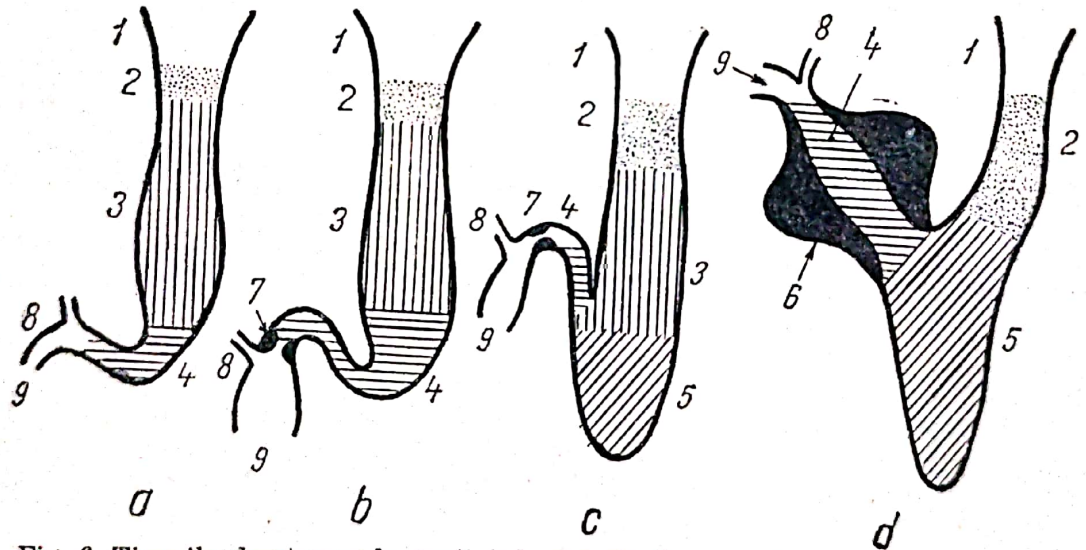


Fig. 6. Tipurile de stomac la pești (adaptat după P e r n k o p f, din G r a s s é): *a* — stomac rectiliniu; *b* — stomac în formă de *U*; *c* — stomac cecal; *d* — stomac compus: *1* — faringele; *2* — esofagul; *3* — regiunea cardială; *4* — regiunea pilorică; *5* — regiunea cecală; *6* — regiunea pilorică cu musculatura foarte puternică formînd un compartiment triturant; *7* — valvula pilorică; *8* — canalul coledoc; *9* — intestinul subțire.

b) *Stomacul în forma literei „U"*, se găsește la mulți reprezentanți ai grupei *Chondrichthyes* și la unii Teleostei.

c) *Stomacul sifonal.* Se găsește la mulți Teleostei. În acest caz, stomacul este format dintr-o ramură descendentă (regiune cardială și corp)

și o ramură ascendentă (regiune pilorică) legate una de alta printr-un cot.

d) *Stomacul compus.* Se găsește la unele forme, ca de exemplu *Mugil*, fiind format dintr-un stomac glandular și un stomac masticator („moară gastrică").

Glandele gastrice, tubuloase, simple sau bifurcate, nu se găsesc decît în părțile cardială și cecală a stomacului, dar nu și în partea pilorică. În aceste glande nu se pot distinge celule principale și celule marginale ca la mamifere (unde celulele principale secretă pepsina și celulele marginale o clorură a unei baze organice, care se transformă în acid clorhidric, atunci cînd părăsește glanda).

Fig. 7. Porțiune din intestinul subțire prezentînd sistemul de travee la *Trigla lucerna* (după natură: O. Necrasov).

Intestinul mijlociu și intestinul posterior. Sînt reprezentate prin intestinul subțire și rectum. Limita lor este marcată cîteodată printr-o valvulă și cel mai adesea ori printr-o glandă rectală sau cecum. La interior, nu mai găsim cute mari ca în stomac, ci cute mici și permanente. Acestea pot fi longitudinale și transversale, drepte sau în zigzag. Foarte adesea formează rețele (fig. 7). În multe cazuri cutele se fragmentează în papile sau vilozități, care dau peretelui intestinal un aspect catifelat asemănător cu acel al păsărilor și mamiferelor. Dispoziția cutelor și a papilelor pare a fi fără nici o legătură cu alimentația.

În rectum, cutele longitudinale cresc în înălțime și lățime, asemănîndu-se prin aceasta cu cele din esofag și stomac.

Valvula spirală (care este o cută spirală a mucoasei intestinale) (fig. 8) există la majoritatea selacienilor, chondrosteilor, holosteilor și dipnoilor. Ea se găsește numai în stare vestigială la cîțiva Teleostei.

Apendicii sau cecumurile pilorice sînt diverticule situate la partea anterioară a intestinului. Grupurile care au apendici pilorici sînt: Chondrosteii (afară de *Amia)* și o parte din Teleostei (fig. 9). La mulți Teleostei ei lipsesc însă. Așa sînt speciile dintre *Cyprinidae, Siluridae, Anguillidae* etc. Numărul apendicilor variază de la 1 la 1 000 sau chiar mai mulți: *Merlucius* are un singur apendice, iar *Merlangus*, 900.

Cloacul nu se găsește decît la Selacieni și la Dipnoi.

Variabilitatea morfologică a tubului digestiv la pești. Într-un mod general, tubul digestiv la pești variază prin forma și protractilitatea gurii, prin numărul mugurilor gustativi, prin forma și numărul dinților bucali și faringieni, prin constituția filtrului branhial, prin prezența sau absența stomacului, prin prezența sau absența apendicilor pilorici, prin lungimea intestinului. Această variabilitate prezintă un caracter adaptativ și a fost studiată la noi în țară de A. Antoniu-Murgoci, V. Preda, V. Covaci, A. C. Teodorescu, O. Necrasov și E. Adăscăliței ș.a.

Peştii care se hrănesc cu plancton, date fiind dimensiunile reduse ale fiinţelor din alimentaţia lor, au o gură mică situată cîteodată la extremitatea unui bot tubiform *(Syngnathidae)*, sînt lipsiţi de dinţi sau au dinţi foarte mici, au un filtru branhial foarte fin sau branhii în formă de tufe care îndeplinesc acelaşi rol în reţinerea alimentelor, au un intestin scurt. În afară de aceasta, sînt adeseori lipsiţi de stomac şi de apendici pilorici.

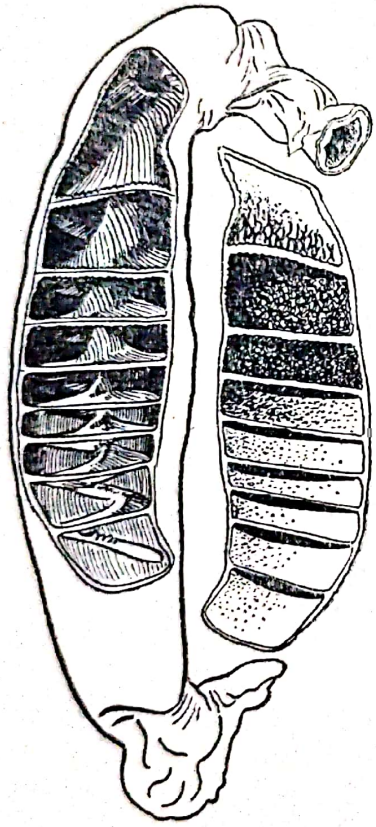


Fig. 8. Intestinul cu valvula spirală la *Raja* (după P. Mayer din Hesse).

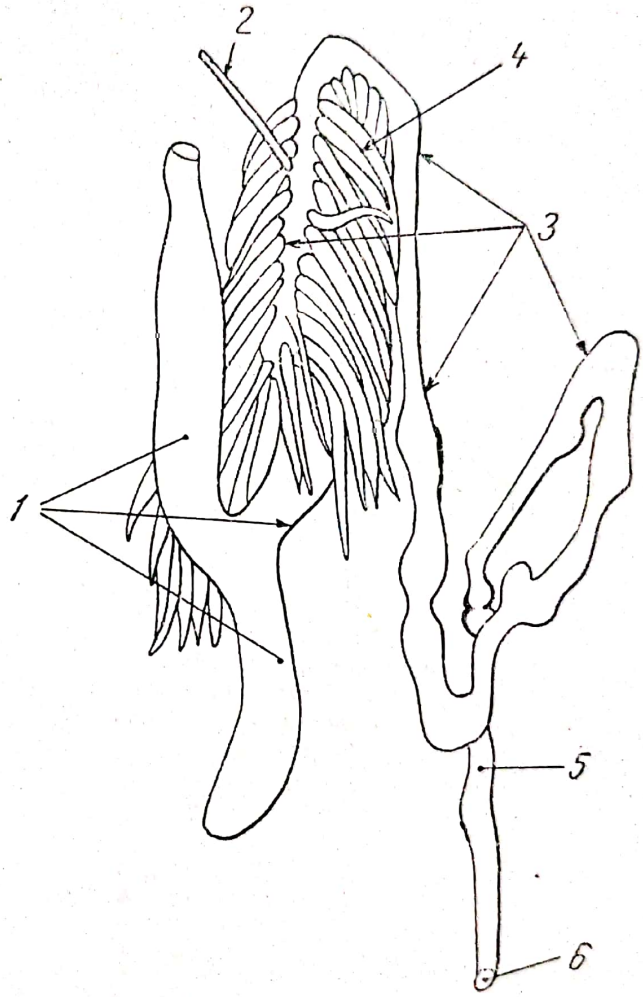


Fig. 9. Tubul digestiv derulat la *Scomber scombrus* (după natură: O. Necrasov):
1 — stomacul; *2* — canalul coledoc; *3* — intestinul subţire; *4* — cecumurile pilorice; *5* — rectumul; *6* — anusul.

Peştii predatori pelagici, piscivori sau carcinivori, au o gură mare, dinţi puternici şi ascuţiţi, răspîndiţi pe premaxile, maxile, mandibule şi bolta bucală, branhictenidii scurte şi distanţate, stomac, apendici pilorici şi un intestin scurt. Mîncătorii de moluşte ocupă un loc aparte

în acest grup, din cauza dinţilor lor maxilari, mandibulari şi faringieni molariformi (v. fig. 3).

Peştii care se hrănesc cu Madrepori se caracterizează mai ales prin fălcile lor scurte şi robuste, transformate adesea într-un cioc tăios. Adesea au plăci dentare faringiene care funcţionează ca un malaxor *(Scaridae)*. Uneori n-au stomac, dar au în schimb un intestin lung. Branhictenidiile lor formează un filtru grosolan, însă capabil să împiedice ca particulele calcaroase, nepulverizate încă, să vatăme branhiile.

Peştii care scormonesc prin mîl, ca *Mullidae*, şi *Mugilidae*, unele Cyprinidae au în general gura foarte protractilă şi bogată în muguri gustativi, care se întind cîteodată pe mustăţi şi chiar pe corp. Dinţii premaxilari, maxilari şi mandibulari lipsesc. Dinţii faringieni sînt, dimpotrivă, bine dezvoltaţi. Filtrul branhial este capabil să împiedice particulele minerale amestecate cu alimentele să vatăme branhiile. Intestinul este mai mult sau mai puţin lung, după cum lipsesc sau există apendici pilorici. La *Mugilidae*, stomacul este compus prezentînd o adevărată rînză (fig. 10), iar intestinul este foarte lung (fig. 11).

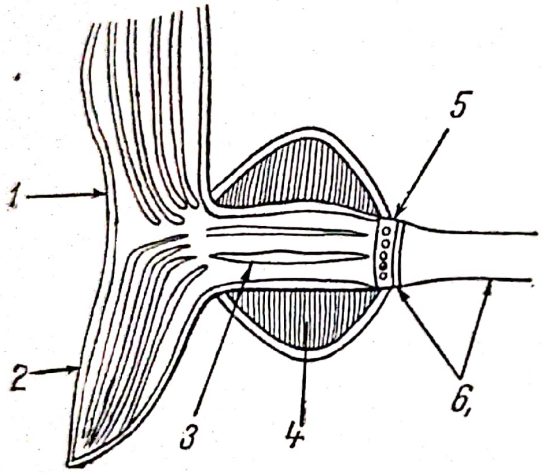


Fig. 10. Stomacul compus la *Mugil* (după natură: O. Necrasov):
1 — porţiunea esofagiană; *2* — porţiunea cecală; *3* — porţiunea pilorică; *4* — musculatura compartimentului triturant; *5* — orificiile cecumurilor pilorice în partea anterioară a intestinului; *6* — intestinul.

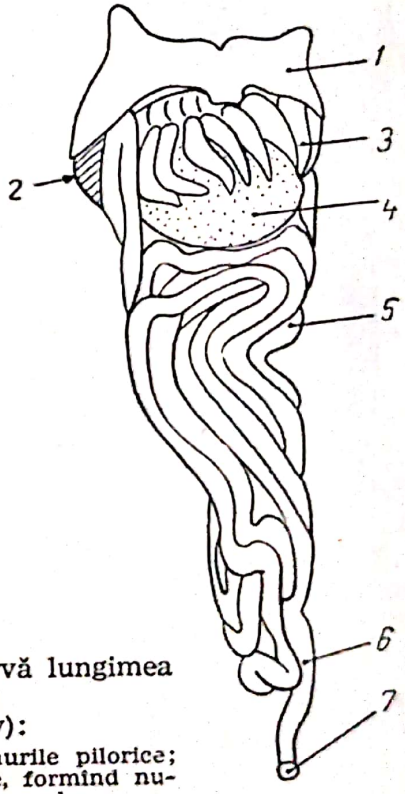


Fig. 11. Tubul digestiv „in situ", se observă lungimea intestinului la *Mugil auratus* (după natură: O. Necrasov):
1 — ficatul; *2* — vezicula biliară; *3* — cecumurile pilorice; *4* — stomacul muscular; *5* — intestinul subţire, formînd numeroase anse; *6* — rectumul; *7* — anusul.

Peştii erbivori se caracterizează prin dinţii lor incisiformi, prin dinţi faringieni mai mult sau mai puţin dezvoltaţi, prin branhictenidii scurte, prin lipsa frecventă a stomacului şi printr-un intestin foarte lung.

Scanned with OKEN Scanner

Glandele digestive la pești. Glandele salivare lipsesc.

Ficatul prezintă lobi și o veziculă biliară.

Pancreasul exocrin poate fi compact sau difuz. Un pancreas compact nu există decît la Selacieni și la Dipnoi. La Selacieni el este destul de voluminos. Canalul său evacuator este simplu și distinct de canalul coledoc. Pancreasul Dipnoilor este, din contră, un organ minuscul inclus în peretele intestinal, înconjurînd ca un inel canalul coledoc cu care comunică direct.

Toți Actinopterigienii au un pancreas difuz, adică format din benzi lungi și neregulate conținute în mezenter sau întinzîndu-se la suprafața și chiar în interiorul organelor vecine (ficat, splină, pereții intestinului etc.). În realitate, este vorba de o pînză lamelară din care unele părți pot să se condenseze în glandule mai mult sau mai puțin vizibile. Aceste glandule pot chiar deveni la unele forme ca *Ameiurus, Esox, Anguilla, Conger* adevărate mase glandulare pe care le putem izola cu scalpelul.

Pancreasul endocrin este rar cuprins în pancreasul exocrin. El este în general concentrat într-un spațiu mult mai restrîns din regiunea subhepatică, splenică sau coledococistică. Acolo se prezintă sub forma unor insule masive (insulele lui Langerhans), puțin numeroase, cîteodată reduse la una singură, care este atunci voluminoasă. Alteori se prezintă sub forma unor cordoane sau benzi care însoțesc căile evacuatoare ale pancreasului exocrin și vasele sistemului porthepatic.

AMFIBIENII

Cavitatea bucală. Larvele anurelor și *Siren lacertina* au mucoasa bucală îmbrăcată cu *dinți cornoși,* omologi cu acei ai Ciclostomilor. Ei au forme diferite și sînt dispuși în șiruri transversale, a căror număr, lungime și formă variază de la gen la gen, constituind astfel criterii de determinare.

Această dentiție cornoasă este înlocuită, atunci cînd are loc metamorfoza, printr-o dentiție propriu-zisă. Acești dinți pot fi purtați, ca și la pești, și de alte oase în afara maxilarelor, premaxilarelor și mandibulelor (de ex., de vomere, la *Rana*). Dinții lipsesc complet la *Bufonidae* și *Aglossa.* Ei au avut la început forma unor conuri găunoase, formă pe care și-au păstrat-o la un mare număr de tipuri actuale. La majoritatea Urodelelor *(Caudata),* dinții au forma unor croșete, iar la Anure *(Salientia)* au două vîrfuri.

Sacii nazali se deschid în gură prin două *coane* primare, situate pe bolta palatină, la unele genuri anterior, la altele mai mult sau mai puțin posterior.

Limba este un organ lipsit de glande la larve, fiind constituit dintr-o proeminență a mucoasei bucale. Această proeminență face parte integrantă din planșeul bucal și n-are alte mișcări decît acelea ale acestui

Scanned with OKEN Scanner

planşeu. La adulţi, întregul organ este străbătut de glande tubuloase lungi, afară de *Proteus*.

La *Triturus* şi la *Salamandra*, limba nu-i încă protractilă. La *Spelerpes*, limba are forma unui disc legat de planşeul bucal printr-un lung peduncul extensibil şi poate fi slobozită în afară, la oarecare distanţă, pe prada pe care vrea să o prindă animalul. La majoritatea Anurelor, ea nu-i liberă decît caudal şi animalul o răstoarnă cînd o scoate din gură (fig. 12). Limba este complet atrofiată la *Pipa* şi la *Xenopus*. Dezvoltarea muşchilor este, într-o oarecare măsură, invers proporţională cu aceea a glandelor.

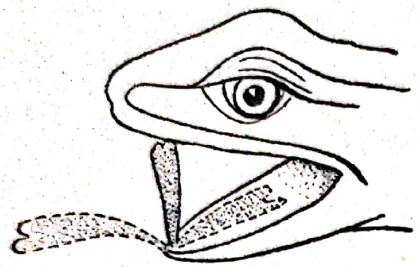


Fig. 12. Proiectarea la exterior a limbii şi diversele sale poziţii la *Rana* (după Wiedersheim).

La masculii multor specii de Anure, evaginări ale mucoasei regiunii posterioare a planşeului bucal constituie *saci vocali*, comunicînd cu gura prin două crăpături situate de fiecare parte a limbii. Cînd pielea se subţiază în dreptul lor *(Hyla arborea)*, sau prezintă soluţii de continuitate, permiţîndu-le să proemineze în afară *(Rana esculenta)*, se zice că avem de-a face cu saci vocali externi; cînd sînt, din contră, constituiţi dintr-un simplu diverticul al mucoasei, fără ca pielea să se modifice în dreptul lor, se zice că avem de-a face cu saci vocali interni *(Rana temporaria)*. Numărul sacilor vocali variază cu specia, de la 1 la 2. Sacii vocali lipsesc la *Alytes*, *Pelobates*, *Rana agilis*, *Bombinator pachypus*.

Afară de glandele linguale, Amfibienii posedă adevărate *glande bucale*. Ele sînt reprezentate printr-o glandă intermaxilară la Urodele (cu excepţia Perenibranhiatelor şi Derotremelor), prin glande internazale la Salamandrine şi Anure (după Bütschli internazalele fac parte din intermaxilară), prin sublinguale foarte dezvoltate la *Spelerpes*, prin două glande faringiene, mai bine-zis coanale la Anure (situate în jurul fiecărei coane în care-şi varsă produsul). Toate aceste glande secretă o amilază slab concentrată.

Faringele nu este diferenţiat la Amfibieni, care au numai un fund de gură, în care se deschid, la Anure, trompele lui Eustache, precum şi laringele (mai bine-zis camera laringotraheală).

Urmează **esofagul** şi apoi **stomacul.** Larvele de Amfibieni nu au stomac, acesta diferenţiindu-se în cursul metamorfozei. La adulţi, stomacul este bine delimitat faţă de esofag şi prezintă o regiune cardială, o regiune fundică şi o regiune pilorică. În pereţii stomacului se găsesc glandele acinoase în formă de ciorchini, glandele mucoase tubulare şi glandele cu pepsină, denumite aici glandele lui Loeb.

Intestinul mijlociu este aproape rectiliniu la Amfibienii vermiformi *(Apode)*, slab sinuos la *Proteus*. La toţi ceilalţi amfibieni apar anse, cu atît mai numeroase cu cît trunchiul este mai scurt. În pereţii săi se găsesc adevărate glande ale lui Lieberkühn.

Scanned with OKEN Scanner

Larvele de Anure, care au un regim de hrană erbivor sau omnivor, posedă un intestin mijlociu foarte lung și învîrtit în spirală. La metamorfoză el se scurtează mult. Este interesant de arătat că mormolocii supuși unui regim alimentar carnivor au un intestin mai scurt decît acei cu regim erbivor (fig. 13).

Intestinul posterior este reprezentat aci de *rectumul*, ușor umflat la *Proteus*, dar mult lărgit la alte Urodele. El poate atinge la *Siren lacertina* dublul volumului stomacului. Scurt la *Siren*, *Necturus*, *Salamandrinae* și *Anure*, rectumul este, dimpotrivă, foarte lung la *Vermiformae*, la *Amphiuma* și la *Cryptobranchus*.

Rectumul este urmat de *cloac*. De pe fața ventrală a acestuia pleacă un diverticul care joacă rol de *vezică urinară*.

Toată cavitatea bucofaringiană, esofagul, o parte din stomac, rectumul *(Triturus)* sînt căptușite cu un epiteliu ciliat.

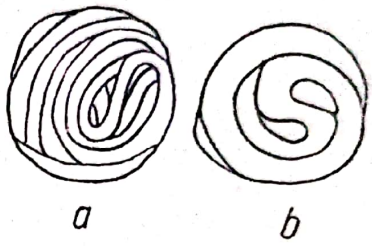


Fig. 13. Intestinul la mormoloc (după Babak, din Hesse):
a — supus unui regim alimentar erbivor; *b* — supus unui regim alimentar carnivor.

Glandele anexe de la Amfibieni sînt: glandele bucale, ficatul și pancreasul.

Începînd de la batracieni, pancreasul ocupă un loc aproape constant în vecinătatea imediată a duodenului. La *Necturus*, pancreasul este format din numeroși lobi, la *Amphiumidae* și *Salamandridae* se prezintă ca o bandă subțire lipită de duoden; la Anure ca o lamă fin dințată sau lobată pe marginea externă.

Ficatul este împărțit în lobi și prezintă totdeauna o veziculă biliară. Conductele evacuatoare ale bilei, formate dintr-un canal cistic, continuat de un canal coledoc și unul sau mai multe canale hepatice, străbat pancreasul înainte de a se deschide în lumenul duodenului. Rolul acestor canale și raporturile lor cu canalele pancreatice au fost elucidate de prof. G. T. Dornescu și colaboratorii, pe secțiuni histologice seriate. Împreună cu V. Șanta și F. Zaharia, acești autori au stabilit că la Anure, din ficat pleacă mai multe canale hepatice care, după traiectul urmat, pot fi împărțite în extrapancreatice și intrapancreatice. Dintre cele dintîi, unul se unește cu canalul cistic și dă canalul coledoc, celelalte se deschid, rînd pe rînd, în porțiunea extrapancreatică a canalului coledoc. Canalele hepatice intrapancreatice se varsă succesiv în canalul coledoc. Ultimul rămas, care este și cel mai lung, are și el aceeași soartă. Astfel, pînă la urmă, din toate căile de evacuare ale bilei nu mai rămîne decît canalul coledoc.

Sucul pancreatic este eliminat prin mai multe canale, care se deschid în unul singur (canalul pancreatic principal) care se dispune paralel cu canalul coledoc. Ambele canale sînt înconjurate de o teacă conjunctivă comună. Asupra comportării reciproce a acestor canale, la extremitatea caudală a pancreasului, în afara lui și în peretele duodenului, se pot distinge 5 cazuri la Anurele care trăiesc în țara noastră. Com-

portarea acestor canale este interesantă, deoarece adaugă un criteriu nou la clasificarea Anurelor și sprijină chiar datele existente asupra evoluției lor filogenetice.

1. La mormolocii de *Bombina bombina* și *Bombina variegata*, canalul coledoc și canalul pancreatic principal străbat peretele intestinului și se deschid separat în lumenul său.

2. La adulții aceloraşi specii și la *Pelobates fuscus*, o dată ajuns în peretele intestinal, canalul coledoc se deschide în canalul pancreatic principal, mult lărgit. Unicul canal rezultat se deschide în duoden.

3. La *Bufo bufo* și la *B. viridis*, canalul coledoc se deschide în canalul pancreatic principal, mult lărgit, în imediata vecinătate a peretelui intestinal.

4. La *Hyla arborea*, această confluență are loc mai departe de peretele intestinal.

5. La toate speciile de *Rana*, canalul pancreatic principal se lărgește enorm, iar canalul coledoc se deschide în el la extremitatea caudală a pancreasului, sau imediat la ieșirea din el.

În ceea ce privește Urodelele din țara noastră *(Triturus alpestris, T. cristatus, T. montandoni, T. vulgaris* și *Salamandra, maculosa)*, raporturile dintre canalele de evacuare ale bilei și acele ale sucului pancreatic sînt cu totul diferite de al Anurelor, așa cum au arătat cercetările lui G. T. Dornescu în colaborare cu V. Șanta și D. Mișcalencu.

Din ficat pleacă 4—13 canale hepatice, care se unesc între ele înainte de a pătrunde în pancreas. O dată ajunse în această glandă, unul din canalele hepatice se unește cu canalul cistic și dă un canal coledoc, care străbate pancreasul în tot lungul lui și apoi se angajează în peretele duodenal. Canalele hepatice intrapancreatice rămase continuă să se verse unul în altul și cele rezultate în canalul coledoc.

Sucul pancreatic este eliminat printr-un mare număr de canale pancreatice secundare, care se deschid în două canale principale (I și II). Canalul pancreatic I se formează în majoritatea cazurilor în pancreas, în puține cazuri în afara lui. El rezultă din unirea a 2—5 canale secundare cu afluenții lor. Se deschide în duoden, în vecinătatea pilorului. Canalul pancreatic II se formează în majoritatea cazurilor în peretele duodenal, la puține animale în pancreas. Rezultă din unirea a 2—4 canale secundare cu afluenții lor. În majoritatea cazurilor, canalul pancreatic II se unește în peretele duodenal cu canalul coledoc. Canalul rezultat se deschide în duoden mai departe de canalul pancreatic I. În puține cazuri, canalele coledoc și pancreatic II rămîn independente pînă la deschiderile lor alăturate în intestin.

REPTILELE

Gura. Pielea care acoperă fălcile reptilelor nu formează niciodată cute mobile pe care le-am putea asemăna cu buzele mamiferelor. Ea prezintă totdeauna plăci cornoase care se transformă la Chelonieni în lame tăioase, omologe cu ciocul păsărilor.

Scanned with OKEN Scanner

Dinţii. Premaxilarele, maxilele, dentarele, foarte adesea palatinele şi mai rar pterigoidele poartă dinţi la Saurieni (*Lacertilieni*). Toate aceste oase sînt prevăzute cu dinţi la unii şerpi *(Python)*, pe cînd la majoritatea celorlalţi şerpi premaxila este lipsită. La Crocodilieni, dinţii nu se dezvoltă decît pe fălci.

Dinţii reptilelor sînt de obicei dinţi prehensili şi de aceea variază puţin ca formă. Cel mai adesea ei sînt conici sau cilindroconici, cîte-

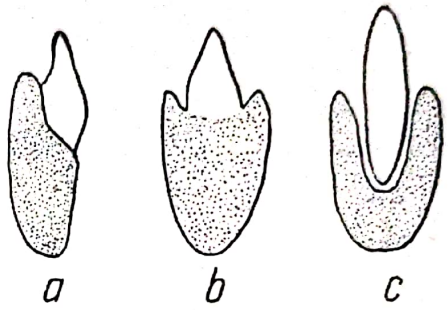


Fig. 14. Modul de fixare a dinţilor pe falcă (după Wiedersheim): *a* — pleurodontă; *b* — acrodontă; *c* — tecodontă.

odată tăioşi sau îndoiţi ca un croşet şi îndreptaţi înapoi *(Anguis,* Ofidieni). Ei sînt prevăzuţi cu două mici vîrfuri la *Lacerta.*

Dinţii funcţionali prezintă trei moduri de fixare pe oasele care-i poartă şi aceste moduri de fixare au făcut să se dea reptilelor care le prezintă sau dentiţiilor respective, denumirile de *pleurodontă, acrodontă* şi *tecodontă* (fig. 14). Modul cel mai primitiv de fixare întîlnit la reptile din Permian este denumit *subtecodont:* în jgheabul unui os din falcă, prezentînd adînciturі alveoliforme puţin adînci, delimitate între ele prin septe, dinţii sînt înşiraţi unul după altul şi fixaţi prin baza lor de os (sinostoză). Dacă jgheabul şi alveolele se şterg, dinţii pot rămîne sudaţi fie prin faţa lor externă de faţa linguală a fălcii (dentiţie pleurodontă: *Varanus, Gecko),* fie prin baza lor de marginea liberă a fălcii (dentiţie acrodontă: *Sphenodon).* Dacă însă cavităţile alveoliforme se adîncesc şi se individualizează, atunci fiecare dinte posedă o alveolă proprie (dentiţia tecodontă de la Crocodilieni, care din acest punct de vedere se aseamănă cu mamiferele).

Cel mai adesea, toţi dinţii sînt aproape asemănători şi nu diferă între ei decît prin dimensiuni, cum e cazul „caninilor" de la *Crocodilus.* Aceşti canini depăşesc în mărime ceilalţi dinţi şi atunci cînd animalul închide gura cei de pe falca inferioară intră în ştirbituri sau chiar în orificii săpate în falca superioară. La caiman nu distingem aceste dispoziţii. Diferenţierea dinţilor atinge însă o treaptă înaltă la diferite tipuri de reptile fosile (Theriodonte).

La ofidieni, dinţii sînt adesea inegali. La şerpii veninoşi există dinţi specializaţi, numiţi *croşete,* prevăzute cu un canal longitudinal care se deschide aproape de vîrf şi prin care se varsă glanda cu venin.

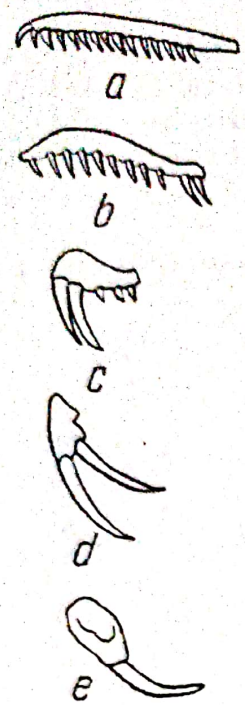


Fig. 15. Evoluţia dentiţiei şi a maxilarului superior la şerpi (din Böker):
a — aglifi;
b — opistoglifi;
c — proteroglifi;
d — solenoglifi;
e — solenoglifi.

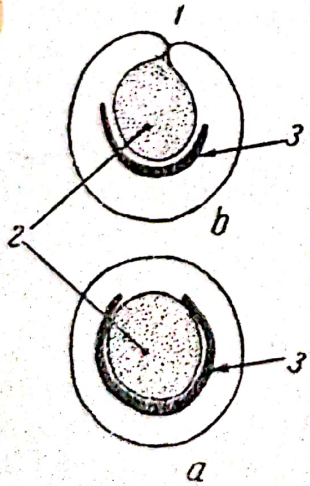


Fig. 16. Secţiune transversală prin dinţii veninoşi (după Boas, din Hesse):
a — *Peleas* (solenoglifi);
b — *Naja* (proteroglifi);
1 — şanţ; *2* — canalul glandei cu venin; *3* — cavitatea pulpară.

Din punctul de vedere al poziţiei croşetelor pe falcă (fig. 15), al raportului lor cu glanda veninoasă (fig. 16) precum şi a existenţei sau inexistenţei acesteia, şerpii se împart în următoarele grupe:

1. Aglifi[1]. Şerpii neveninoşi ale căror glande bucale (corespunzătoare cu glandele veninoase de la alţi şerpi) nu se pun în raport cu dinţi specializaţi, care de altfel nici nu există la ei. Produsul acestor glande se scurge în gură şi acolo se amestecă cu acel al altor glande. Exemple: *Natrix, Boa* şi *Python.*

2. Opistoglifi. Şerpii cu dinţi veninoşi fixaţi la partea caudală a fălcilor superioare, prezentînd un şanţ rostral. Aceşti şerpi nu pot să inoculeze veninul decît muşcînd prada deja ajunsă în fundul gurii. Din această cauză sînt puţin periculoşi. Exemplu pentru Europa: *Malpolon monspessulanus,* comun în zona culturilor de măslini din Franţa.

3. Proteroglifi. Şerpi foarte veninoşi cu dinţi specializaţi fixaţi la partea rostrală a fălcilor superioare şi prevăzuţi cu un şanţ rostral în legătură cu o glandă cu venin. Exemple: Naja şi alte *Elapidae, Hydrophis* şi alte *Hydrophiidae.*

4. Solenoglifi. Şerpi veninoşi cu dentiţie foarte redusă. Dinţii veninoşi (numiţi şi croşete), foarte dezvoltaţi, sînt fixaţi pe partea rostrală a fălcilor superioare şi prezintă un şanţ aproape închis sau transformat într-un canal.

Croşetele în repaus se culcă aproape paralel cu marginea fălcilor superioare şi sînt conţinute într-o cută a mucoasei care formează un sac de unde ele sînt proiectate înainte în momentul muşcăturii (fig. 17). Solenoglifii au un singur croşet veninos funcţional pe fiecare falcă superioară, croşet supus la o înlocuire periodică. Înapoia acestui croşet funcţional se înşiră o serie liniară de croşete de mărime descrescîndă dinainte înapoi. Croşetul funcţional, după un oarecare timp cade ros la bază de fagocite. Croşetul situat imediat înapoia lui îi ia locul. Exemplu: *Vipera, Crotalus.*

---

[1] de la gr. glyphein — a sculpta, a decupa.

Scanned with OKEN Scanner

Dinţii funcţionali de la majoritatea reptilelor sînt însoţiţi de dinţi de înlocuire (2 la *Lacerta* pentru fiecare dinte funcţional; 10—11 pe o secţiune transversală de fiecare dinte veninos la şerpi).

La puii de reptile, înaintea naşterii, cei doi dinţi ai intermaxilei, din vecinătatea liniei mediane, iau o mare dezvoltare *(Gecko, Lacerta,*

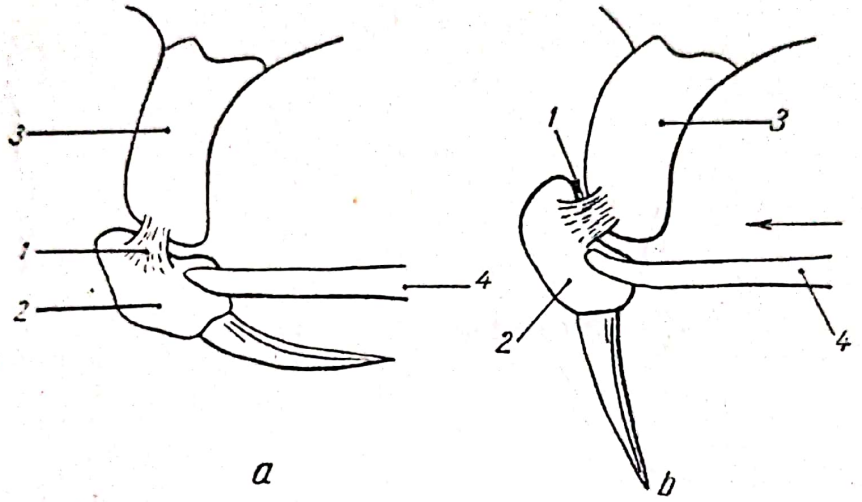


Fig. 17. Rotaţia maxilarului în momentul atacului la *Viperidae* (după J. Anthony):
a — poziţia de repaus; *b* — poziţia de atac: *1* — ligamentul maxilopre-frontal; *2* — maxilarul superior; *3* — prefrontal; *4* — transversul.

Ameiva, Anguis, Vipera, Coronella etc.) şi servesc, cel puţin la şopîrle, la ruperea cojii oului („dintele oului" sau de ecloziune). La Crocodilieni există înaintea botului un tubercul cornos, care joacă acelaşi rol şi care este echivalent, din punct de vedere funcţional, dintelui de ecloziune.

Limba capătă la reptile o independenţă şi o mobilitate mult mai mare ca la Amfibieni. Ea este lungă şi subţire la Ofidieni, pe cînd la Chelonieni este scurtă, lată şi nu poate ieşi afară din cavitatea bucală. La Crocodilieni acest organ formează pe planşeul bucal o proeminenţă foarte musculoasă, fixată de jur împrejur şi complet imobilă. La Saurieni (Lacertilieni) ea prezintă diferite forme care au constituit un criteriu de clasificare a acestora. După forma limbii lor, Saurienii se împart în:

1. *Crassilinguia,* Saurieni cu limba scurtă, foarte groasă, puţin mobilă, destul de des ştirbită înainte şi cu marginile laterale în întregime libere *(Geckonidae, Iguanidae, Amphisbaenidae).*

2. *Brevilinguia,* Saurieni cu limbă scurtă, groasă, puţin mobilă, subţiată înainte *(Scincidae: Anguis fragilis).*

3. *Vermilinguia,* Saurieni cu limba foarte lungă (15—20 cm), prehensilă, adăpostită la bază într-o teacă specială, din care poate să fie proiectată în afară *(Chamaeleontidae)* (fig. 18).

4. Fissilinguia, Saurieni cu limba lungă, bifidă, foarte protractilă și tactilă *(Lacertidae, Varanidae)* (fig. 19).

Pe suprafața limbii se deschid numeroase glande izolate sau grupate în diferite moduri. La numeroși Saurieni, fața dorsală a limbii prezintă papile turtite sau cute transversale; aceste papile devin adevărați solzi

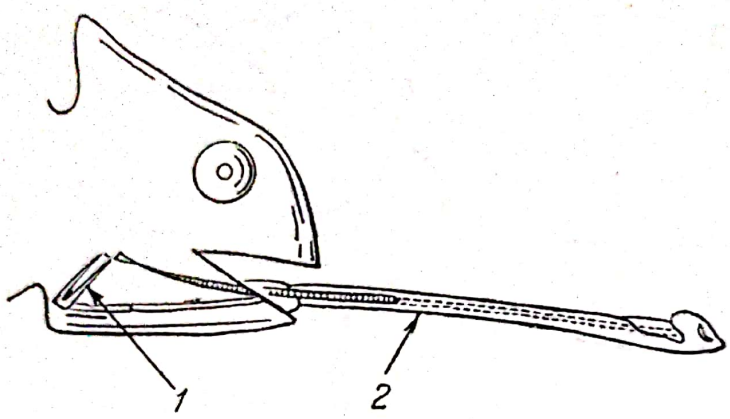


Fig. 18. Limba protractilă la cameleon (din J. Baer):
1 — osul hioid; *2* — limba.

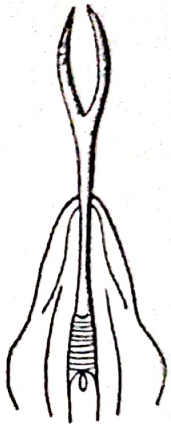


Fig. 19. Limba bifidă la *Varanus* (din J. Baer).

la *Chalcididae* și la multe *Scincidae*. Vîrfurile terminale ale limbii bifide devin cornoase la numeroși Saurieni *(Varanus)* și la Ofidieni.

Coanele. Comunicarea sacilor nazali cu cavitatea bucală dobîndește la reptile o importanță mai mare decît în Amfibieni. La *Agamele terestre*, coanele, foarte apropiate una de alta, se deschid într-o înfundătură a bolții bucale, care se alungește către fundul gurii la *Phrynosoma*. La *Agamele arboricole*, al căror cap este alungit, coanele se prelungesc prin două jgheaburi convergente care fuzionează și dau un jgheab median *(Calotes, Draco)*; acest jgheab este larg și turtit la *Varanidae* și *Geckonidae*; el este acoperit de două cute ale mucoasei care converg către linia mediană la *Chamaeleo*. La Ofidieni, cei doi saci nazali nefiind separați decît printr-un perete subțire, cele două coane sînt foarte apropiate și situate caudal. Din cauza existenței a două cute laterale ale mucoasei, cute îndreptate către linia mediană, în lungul căreia ele se acoperă una pe alta, se schițează o boltă palatină mucoasă (dar nu și osoasă). O parte din cavitatea bucală primitivă este pusă astfel încetul cu încetul în slujba aparatului respirator. Spațiul situat înapoia coanelor și în care se deschid trompele lui Eustache constituie faringele. La Crocodilieni apare o lamă osoasă orizontală, situată sub baza craniului, în constituția căreia intră premaxilele, maxilele, palatinele și pterigoidele, care formează astfel o boltă palatină osoasă secundară. Între ea și baza craniului apare un coridor lung, în

care se deschid fosele nazale prin coanele primare. La rîndul său, acest coridor se deschide în faringe prin coanele secundare.

Cavitatea bucală se continuă cu **faringele** căptușit cu un epiteliu pavimentos.

Esofagul este lung, cu pereții subțiri și căptușit cu un epiteliu pluristratificat. Glandele esofagiene nu există decît la Chelonieni. Esofagul este foarte extensibil la *Geckonidae* și majoritatea celor grupați sub numele de *Brevilinguia (Gongylus, Seps)* și sinuos la *Anguis* și la *Amphisbaenidae*. Esofagul cameleonilor și agamidelor este foarte larg. La Ofidieni el este foarte lung și dilatabil, la Chelonieni destul de lung, la Crocodilieni lung și larg.

Stomacul majorității Saurienilor seamănă cu acel al Anurelor (lung și îngust). La Cameleoni și Agamide este foarte voluminos; la Ofidieni, stomacul este lung și larg. Ca și esofagul, el se poate dilata enorm pentru a primi o mare cantitate de hrană. Dilatarea este mult ușurată prin absența sternului. La Chelonieni, stomacul formează o îndoitură în regiunea pilorică și apoi se continuă cu intestinul mijlociu. Stomacul crocodilienilor seamănă cu pipota păsărilor și are forma unui cimpoi, ceea ce face ca pilorul și cardia să fie foarte apropiați unul de altul. Punga stomacală este rotunjită *(Crocodilus)* sau ovală *(Alligator)* și turtită în sens dorsoventral, prezentînd cea mai mare convexitate orientată spre stînga. Dorsal și ventral, se observă pe pereții săi cîte un disc aponevrotic în jurul căruia radiază fibre musculare. În regiunea pilorului întîlnim o mică pungă rotunjită, care constituie un „stomac accesoriu".

Pereții stomacului, căptușiți cu un epiteliu simplu și nevibratil, prezintă numeroase glande, asemănătoare cu cele care secretă labfermentul de la mamifere (chymozina, coagulaza, presura). Ele au formă de saci *(Lacerta)* sau de tuburi (Chelonieni, Crocodilieni). La partea caudală a stomacului, glandele care secretă labfermentul se amestecă cu glandele mucoase. Toate aceste glande dispar în intestin (Saurieni, Crocodilieni), cu excepția intestinului terminal de la unii Chelonieni *(Trionyx, Chelys)*.

La toate reptilele există o valvulă pilorică între stomac și intestin.

Intestinul mediu descrie circumvoluțiuni sau anse la majoritatea Saurienilor precum și la Chelonieni și Crocodilieni, dar este mai mult sau mai puțin rectiliniu la reptilele cu corpul foarte alungit, așa cum sînt Amphisbenidele și Ofidienii (unde nu prezintă decît puține sinuozități). Fața internă a intestinului mediu la *Chamaeleontidae* și *Amphisbaenidae* prezintă foarte numeroase papile rezistente care se acoperă unele pe altele ca olanele unei case. Epiteliul unistratificat prezintă numeroase glande ale lui Lieberkühn.

La Saurieni, **rectumul** este larg, rectiliniu și prezintă un cecum puțin distinct la *Lacerta*, dar foarte bine diferențiat la *Gecko* și la *Seps*. Rectumul Amfisbenelor prezintă pe partea dorsală un apendice cecal, a cărui omologare cu cecumul celorlalți Saurieni nu-i sigură.

Scanned with OKEN Scanner

La toate reptilele, rectumul se deschide într-un *cloac*. Pe fața ventrală a acestuia și la începutul său, se deschide la Lacertilieni și Chelonieni o vezică urinară. Puțin mai posterior se deschid, la Chelonieni, două pungi simetrice, cu pereți foarte musculoși și căptușite la interior cu un epiteliu cilindric stratificat.

Aceste pungi, a căror natură și funcțiuni sînt încă necunoscute, există la ambele sexe, afară de *Trionyx*. Ele sînt foarte dezvoltate la *Emydae*.

Glandele anexe. La toate reptilele, afară de *Sphenodon* care nu posedă glande salivare, anatomic individualizate, există glande bucale[1], reprezentate prin *glande sublinguale* și *glande palatine*, omologe cu intermaxilarele Amfibienilor. Glandele sublinguale sînt foarte mari la Chelonienii terestri, dar lipsesc la cei marini. La singurul gen de saurian veninos (genul *Heloderma*), glandele sublinguale secretă un lichid veninos. Glandele palatine (perechi la unele specii, neperechi la altele) prezintă un minimum de dezvoltare la *Amphisbaenidae* și un maximum de dezvoltare la *Chamaeleo*. În plus, la unele reptile se mai dezvoltă și *glande labiale*, așezate de-a lungul fălcilor. Ele lipsesc la Chelonieni și Crocodilieni. Cele din lungul fălcii superioare se numesc glande labiale *superioare*, iar cele din lungul fălcii inferioare glande labiale *inferioare*. La majoritatea saurienilor găsim numai glande labiale inferioare. La Cameleoni găsim atît glande labiale superioare, cît și inferioare. Partea inferioară a glandei labiale superioare este

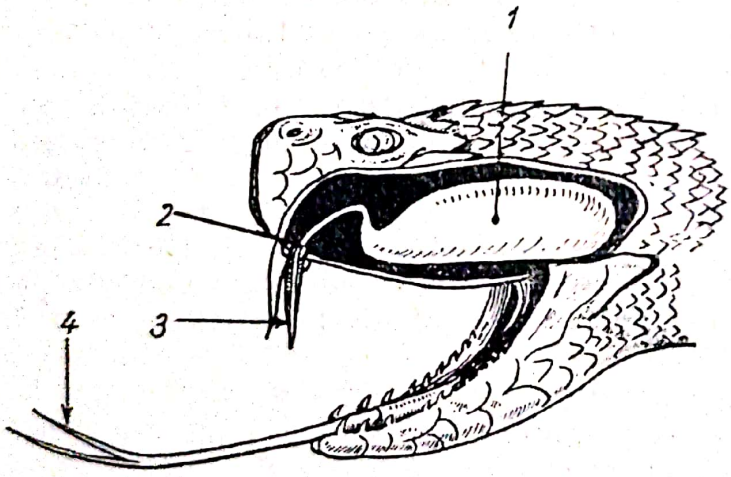


Fig. 20. Glanda veninoasă la un șarpe (din C. Weichert):
1 — glanda veninoasă; *2* — canalul glandei veninoase comunicînd cu dintele veninos; *3* — croșetul veninos; *4* — limba.

foarte dezvoltată. La șerpi găsim ambele feluri de glande. Cele superioare se diferențiază în glande labiale superioare și *anterioare* și glande labiale superioare și *posterioare*. Glandele labiale superioare și posterioare devin glande veninoase sau parotide. Ele sînt situate înapoia orbitei (fig. 20).

[1] Un studiu aprofundat al glandelor bucale de la Saurienii din țara noastră a fost realizat de G. T. Dornescu și D. Andrei. Autorii sînt de părere că numărul variabil de glande bucale de la reprezentanții diferitelor familii care au putut fi studiate ar putea constitui un criteriu nou de clasificare.

Scanned with OKEN Scanner

Glandele veninoase sînt acoperite de o aponevroză a mușchiului temporal și delimitate dedesubt și medial de maseter; contracția acestor mușchi contribuie la expulzarea veninului.

Ficatul este, în general, mai puțin dezvoltat, proporțional cu corpul (ca la Amfibieni), și este bilobat. Forma sa este strîns legată de aceea a corpului. La Chelonieni, care au un corp scurt, ficatul este foarte lat; la Saurienii apozi, *Amphisbaenidae* și Ofidieni, care au un corp lung, ficatul este lung și îngust.

La Chelonieni și Crocodilieni vezica biliară este situată în dreptul lobului drept, în care este adesea ascunsă. Canalul hepatic este în general simplu la Crocodilieni, însă poate să se dubleze sau chiar să se cvadrupleze, variații care sînt, cel puțin în parte, individuale. La Saurienii apozi și la Amphisbaenidae ficatul alungit se termină printr-un vîrf alungit de unde pleacă canalul hepatic, care comunică cu canalul cistic departe de ficat. Vezica biliară este și ea situată departe de ficat. Această dispoziție se regăsește și la mulți șerpi neveninoși (de ex., la *Tropidonotus natrix*). Dimpotrivă, la majoritatea Saurienilor, la șerpii veninoși și la pitoni, canalul cistic este foarte ramificat (cu anastomoze între aceste ramificații), dar canalul hepatic este simplu. Canalul coledoc este reprezentat printr-o serie de mici canale paralele care pleacă dintr-un fel de rezervor transversal, comun celor trei sisteme de canale: hepatic, cistic și coledoc.

La toate reptilele, pancreasul se găsește în ansa duodenului. El este mai mare la Chelonienii carnivori decît la cei erbivori. De la el pleacă adesea mai multe canale evacuatoare *(Emidae, Crocodilidae)* care pot fi foarte numeroase la Saurieni și unii Ofidieni. La *Tropidonotus natrix* găsim însă numai un singur canal pancreatic, care se deschide în canalul coledoc, în timp ce acesta traversează pancreasul. De altfel, G. T. Dornescu, care a studiat ficatul, pancreasul și conductele lor evacuatoare la *Emys orbicularis* (în colaborare cu Zaharia Crezante) și la toți Saurienii din țara noastră (în colaborare cu Liliana Ionescu), a constatat existența unor foarte mari variații individuale în ceea ce privește numărul canalelor, dispoziția lor, raporturile lor reciproce, modul lor de ieșire din glandă și modul lor de deschidere în intestinul mediu.

PĂSĂRILE

Cavitatea bucală este caracterizată prin prezența *ciocului*, format din tecile cornoase și fălcile pe care acestea le acoperă. Forma și mărimea ciocului variază în legătură cu regimul alimentar.

Păsările actuale, spre deosebire de cele fosile, nu au dinți. Astfel, *Archaeopteryx* din jurasic avea cîte un rînd de dinți pe ambele fălci. Păsările fosile din cretacicul superior, *Ichthyornis* și *Hesperornis* aveau, de asemenea, dinți, dispuși în jgheaburi la primul caz și în alveole la cel de-al doilea. *Gastornis* și *Odontopteryx* din eocen nu mai aveau

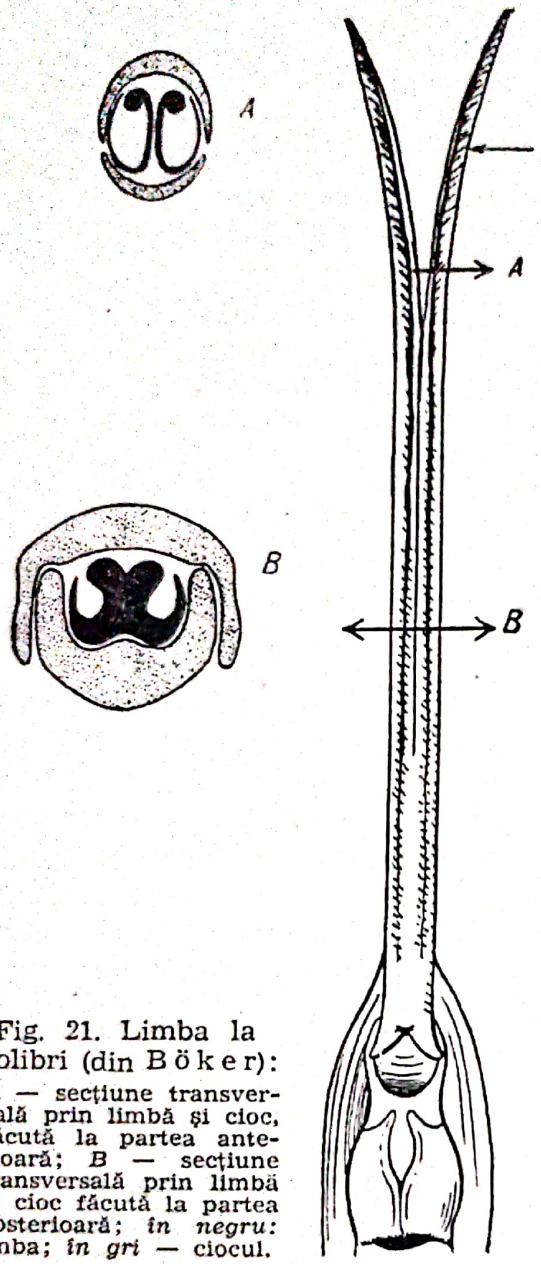


Fig. 21. Limba la colibri (din Böker): *A* — secțiune transversală prin limbă și cioc, făcută la partea anterioară; *B* — secțiune transversală prin limbă și cioc făcută la partea posterioară; *în negru:* limba; *în gri* — ciocul.

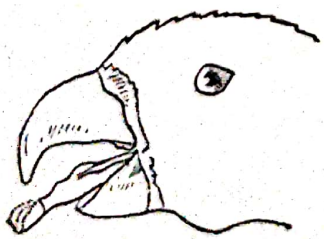


Fig. 22. Limba în formă de pensulă la papagal *(Lorius)* (după Böker).

însă dinți, ci numai excrescențe în formă de dinți pe cele două fălci. Embrionii unor păsări actuale (de ex., *Sterna Wilsoni)* prezintă creste dentare, dar prezența lor la papagali și la struț este foarte discutabilă.

Limba este foarte rudimentară la *Ratitae.* La majoritatea Carinatelor ea este bine dezvoltată și se termină în vîrf de lance, cu excepția Bucerotinelor și a altor păsări cu ciocul lung care au o limbă foarte redusă. Astfel *Calao* și pelicanii oferă un cioc enorm care conține o limbă ce măsoară abia 4 mm. Limba este bine delimitată în partea sa caudală prin papile cornoase. Ea se deplasează în cavitatea bucală datorită unui aparat scheletic și muscular propriu.

Suprafața lingvală este îmbrăcată într-o pătură cornoasă care prezintă un mare număr de adaptări în legătură cu modurile foarte variate de alimentație. De exemplu, la păsările muște (Colibri), vîrful limbii prezintă două jgheaburi cu buzele atît de apropiate încît funcționează ca două tuburi cu ajutorul cărora aceste păsări aspiră din zbor nectarul florilor (fig. 21). La *Nectarinae,* vîrful limbii formează ca un „aparat aspirator" analog cu cel de la colibri.

Trichoglossidele (din grupul papagalilor) prezintă în vîrful limbii papile filiforme, lungi de 1,5—2 mm, care formează o pensulă (fig. 22) cu ajutorul căreia aceste păsări ling nectarul sau sîngele (de ex., *Nestor* din Noua Zeelandă care atacă oile). Majoritatea papagalilor prezintă însă o limbă groasă și mobilă. Mărimea sa se datorește nu atît musculaturii, cît unui țesut conjunctiv foarte dezvoltat și unor corpi cavernoși, bogați în vase sanguine. Acoperită de papile senzoriale, ea con-

Scanned with OKEN Scanner

stituie în același timp un important organ tactil și de prehensiune. La *Anatidae* (Palmipedele lamelirostre cele mai cunoscute), limba este, de asemenea, foarte mare și înainte de toate formată dintr-un țesut cavernos. Această limbă, prin poziția sa în cavitatea bucală și printr-un sistem de jgheaburi laterale și de prelungiri cornoase, formează ca un „aparat de filtrare", care funcționează în apă.

Simțul gustului este slab dezvoltat la multe păsări, deoarece alimente impregnate cu substanțe repulsive *(Asa foetida* sau *Aloes)* sînt înghițite fără ezitare. Totuși la Anseriforme, numeroși muguri gustativi (corpusculii lui Herbst și ai lui Grandry), așezați pe limbă și pe cioc, dau acestor păsări informații referitoare la particulele absorbite. Este bine cunoscut că tactul ciocului la rațe este atît de dezvoltat încît ele pot să-și găsească hrana chiar noaptea.

În cavitatea bucală se deschid sacii nazali printr-o crăpătură dorsală *(fissura palatina),* păsările neavînd o boltă palatină secundară. Înapoia ei și separat de restul cavității bucale se găsește un mic fund de sac în care se deschid, de fiecare parte, trompele lui Eustache.

La masculul de *Otis tarda,* cavitatea bucală comunică cu un sac erectil, care coboară în lungul gîtului pînă la claviculă și a cărui deschidere poate fi închisă de un fel de sfincter. Acest sac pare a fi un aparat de rezonanță.

Păsările n-au faringe, ci numai un *fund de gură.*

Esofagul se dilată foarte ușor și poate servi ca rezervor pentru alimente, mai ales la păsările care se hrănesc cu pești, dar și la *Marabu (Leptoptilus).* Adesea, esofagul poate prezenta o dilatare constantă, dar nedelimitată bine, așa cum o întîlnim la vulturi. De asemenea, esofagul poate prezenta un compartiment dilatat și bine delimitat, denumit *gușă* (ingluvies), foarte variat ca formă și activitate glandulară (fig. 23). La porumbei, în timpul perioadei de reproducere, se observă o proliferare a epiteliului său, a cărui celule se umplu cu rezerve grăsoase și albuminoase. Celulele desprinse formează o masă lăptoasă care, ca și laptele mamiferelor, nu-i numai o simplă secreție. Producerea „laptelui" la porumbel se face sub influența unui hormon hipofizar asemănător, dacă nu identic cu hormonul galactogen (prolactina) a hipofizei mamiferelor.

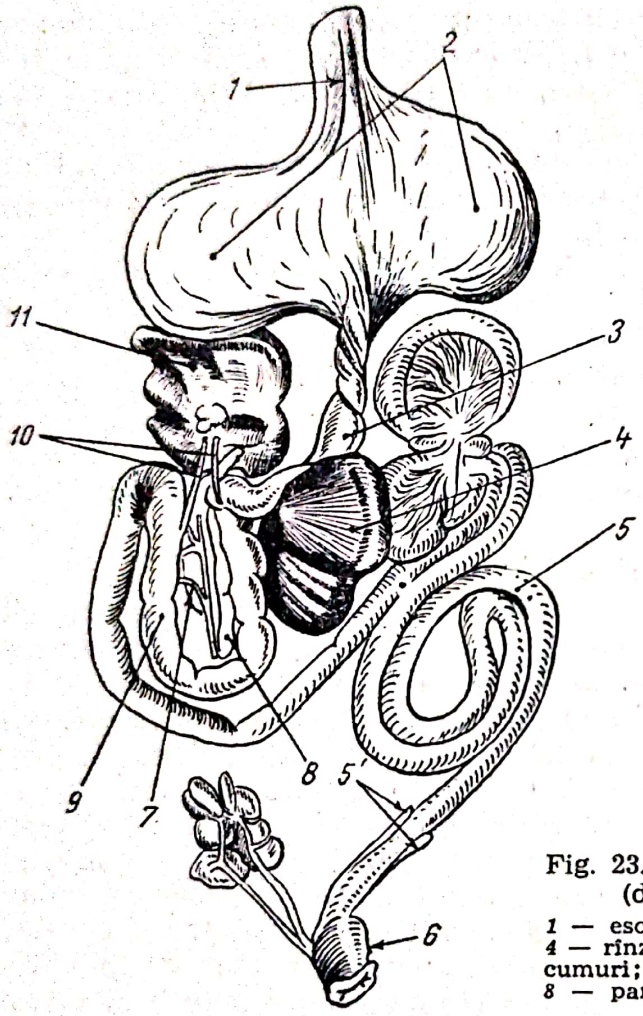
Pereții gușii pot avea sau nu glande. La *Gallinaceae* și mai ales la porumbei, unde pereții sînt glandulari, secreția lor exercită o acțiune chimică asupra hranei. La *Otis tarda* femel, pereții gușii sînt netezi și lipsiți de glande, dar sînt glandulari la masculi. Esofagul unor păsări, ca de exemplu rața, se poate cheratiniza. Tot la rață însă găsim amigdale esofagiene.

Regiunea stomacală este totdeauna compusă din două sectoare distincte, o parte *rostrală* sau glandulară, separată de partea *caudală* sau musculară printr-o zonă intermediară (fig. 23 și 24).

Stomacul glandular (proventriculul, ventriculul succenturiat, infundibulum) este o umflătură fusiformă a cărei mucoasă este foarte bogată

în glande. Celulele acestor glande secretă o protează, care intră în acţiune fie în stomacul musculos, fie în guşă.

Stomacul musculos (ventriculul, pipota) nu este uneori decît un sac extensibil prevăzut cu o musculatură slabă. Alteori, dimpotrivă, este puternic dezvoltat. În el activează sucurile digestive secretate de glan-



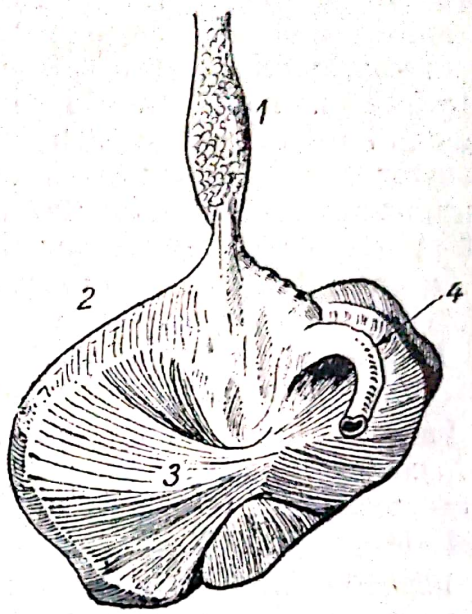


Fig. 24. Stomacul la lebădă (după Hesse):
1 — stomacul glandular; *2* — rinza; *3* — placa tendinoasă; *4* — intestinul subţire.

Fig. 23. Tubul digestiv (derulat) la *Columba* (după Simkevici, din Ihle):
1 — esofagul; *2* — guşa; *3* — stomacul glandular; *4* — rinza (pipota); *5* — intestinul subţire; *5'* — cecumuri; *6* — cloacul; *7* — canal pancreatic; *8* — pancreasul; *9* — duodenul; *10* — canalul coledoc; *11* — ficatul.

dele stomacului glandular. Forma cea mai simplă se găseşte la răpitoarele diurne, la bufniţe şi la păsările care se hrănesc cu peşti. La granivore şi erbivore, hrana cere însă o acţiune mecanică de fărîmiţare mai puternică, funcţiune pe care o îndeplineşte pipota, care formează un sac foarte musculos, cu un contur mai mult sau mai puţin ovoid. Muşchii principali formează două plăci laterale, prevăzute la mijloc cu o porţiune tendinoasă (fig. 24). Epiteliul pipotei este unistratificat şi înalt, prezintă numeroase glande simple, a căror secreţie formează colonete cornoase. Acestea sînt unite între ele printr-o substanţă intermediară, secretată de celulele gîtului glandelor şi de celulele epiteliale stomacale, şi formează o pătură cornoasă continuă, care năpîrleşte mai mult

sau mai puțin regulat. Acțiunea pipotei de fărîmițare mecanică a alimentelor este ajutată de pietricelele pe care le înghit păsările. La granivore, ele constituie un accesoriu constant al aparatului stomacal.

John Hunter a demonstrat că la *Larus argentatus* (care este normal piscivor, dar mănîncă cu ușurință și grăunțe), după un an de regim granivor, ventriculul stomacal devine musculos și secretă la interior o pătură cornoasă.

La unele păsări (vulturi, cocori, cormorani), proventriculul secretă un ferment proteolitic atît de puternic, încît sub acțiunea lui se dizolvă complet oasele și arterele. La alte păsări acest ferment este mai slab. Părțile nedigerate ale alimentelor (cochilii de moluște, oase de pești oase de alte vertebrate, lemne, pene, peri, chitină) sînt adesea date afară prin gură. La unele grupe (răpitoare, bufnițe) părțile nedigerate sînt aglomerate în bolțuri și apoi eliminate afară.

În regiunea stomacală care comunică cu intestinul se poate distinge uneori un stomac piloric, ca la Crocodilieni.

Intestinul mijlociu prezintă anse. În el găsim glande ale lui Lieberkühn și noduli limfatici izolați sau grupați, formînd *plăcile lui Payer.*

Intestinul terminal (rectumul) este aproape întotdeauna drept și scurt la Carinate. El este foarte îngust, dar lung de 7—8 metri la struț. Se deschide în cloac, care este împărțit în trei camere: *coprodeum, urodeum* și *proctodeum,* de pe fața dorsală a căruia pleacă un diverticul, numit *punga lui Fabricius.* Pe fața ventrală a cloacului se diferențiază, în faza embrionară, o vezică urinară.

Formațiuni accesorii. La punctul de trecere între intestinul mediu și intestinul terminal se găsesc foarte adesea două cecumuri, denumite *procese vermiforme* sau *apendici vermiformi.* La grupele relativ arhaice *(Galinaceae, Anseridae, Tinamidae, Rallidae),* acești apendici sînt foarte lungi. Suprafața lor poate fi mărită prin formații lobulare care îi transformă în ciorchini la *Calodromas* (tinamid). Acești apendici nu sînt numai un loc de resorbție pentru apă și proteine, ci, mai ales, un cîmp de activitate a florei bacteriene. Aceasta se concentrează în apendici și acționează prin fermenții săi specifici asupra celulozei vegetale. Astfel, descompunerea mecanică este puternic secondată de o descompunere chimică, care pune la dispoziția păsărilor cantități importante de metabolite ce ar fi pierdute fără activitatea acestei flore. La păsările erbivore fără cecumuri, bacteriile se găsesc în intestinul mediu.

Peretele cecumurilor conține aproape întotdeauna și aglomerări de țesut limfoid. Mai multe grupe evoluate au apendici foarte reduși și cu un rol pur limfatic. Astfel se prezintă cecumii unor porumbei, a limicolelor și a păsărelelor. Reducerea poate să meargă pînă la dispariția totală a oricărei urme de apendici (răpitoare diurne, *Impene* sau *Spheniacidae, Procellariidae, Alcedo cristata,* ciocănitori și unii porumbei). În acest caz, studiul microscopic ne arată cîte o dată (de ex. la papagali) în locul cecumurilor un inel de țesut limfoid închis în întregime în peretele intestinului.

Scanned with OKEN Scanner

Punga lui Fabricius, foarte probabil prezentă la toate păsările, are forma unei vezicule voluminoase care-şi atinge completa dezvoltare la păsările tinere şi involuează fiziologic după pubertate. Punga persistă toată viaţa la struţ şi *Nandu (Rhea)*. Fenomenele patologice, postul, razele X produc o involuţie prematură a acestei pungi, involuţie care poate fi urmată de o revenire la starea normală, dacă pasărea este pusă în condiţii normale.

Punga lui Fabricius are o structură foarte apropiată cu aceea a timusului cervical, însă mai simplă. După J o l l y, ea reprezintă un timus cloacal, organ limfoepitelial în care epiteliul a rămas în continuitate cu epiteliul superficial al cloacului. Funcţia pungii lui Fabricius nu este încă lămurită.

Glandele digestive. *Glandele bucale* mucoase se găsesc mai ales în pereţii cavităţii bucale. Ele sînt relativ mici şi dispuse în grupe. Numărul lor este foarte mare, mai ales la granivore; el este, din contră, foarte redus la păsările acvatice, putînd chiar lipsi la *Steganopodae (Pelicaniformae)*. În unele cazuri, şi mai ales la Granivore, pe lîngă glandele mucoase se găsesc şi glande granuloase care secretă fermenţi. Aceştia descompun alimentele decorticate de către cioc.

Glandele mari sînt rare. Ele nu se găsesc decît legate de funcţii cu totul speciale. Astfel Apodidele şi Hirundinidele posedă 2—3 grupe de glande mandibulare, bine dezvoltate, care-şi măresc volumul în timpul construirii cuibului. Mucusul acestor glande joacă rolul unui ciment. La unele specii de *Collocalia (Salangane* din fam. *Apodidae)* din Asia orientală, această secreţie formează singură tot cuibul cunoscut sub numele de „cuib de rîndunică".

O pereche de glande salivare foarte mari se găsesc pe planşeul bucal al ciocănitorilor. Ele ating la *Picus* o lungime de 7 cm şi se prezintă în două părţi, dintre care una secretă un mucus foarte fluid şi cealaltă o substanţă lipicioasă care serveşte pentru prinderea insectelor.

Ficatul are un volum mai mare la o pasăre decît la un mamifer de aceeaşi talie. Cei doi lobi, dintre care dreptul este de obicei mai mare, îşi varsă bila în două conducte separate. Conductul hepatic caudal, care pleacă din lobul drept, formează un canal cistic care se termină cu o veziculă biliară. Aceasta este foarte mare la *Musophagidae* şi la *Spheniscidae;* ea lipseşte la *Rhea, Struthio*, porumbei, păsări-muşte, mulţi papagali, cuci. Bila, bogată în săruri biliare, trece şi în pipotă unde colorează în verde pătura cornoasă. Mărimea relativă a ficatului este mai mare la păsările insectivore şi piscivore decît la frugivore şi granivore. Volumul său variază adesea cu vîrsta (el este mai mare în perioada postembrionară).

Pancreasul este o glandă relativ mare, compactă, roşiatică sau albicioasă şi mai mare la granivore decît la carnivore. Masa pancreatică se formează pe seama a 3 primordii (schiţe embrionare) separate: două ventrale şi una dorsală. Numai primordiul dorsal conţine insulele lui

Scanned with OKEN Scanner

Langerhans. Partea dorsală își varsă produsul de secreție exocrin printr-un canal separat, independent de partea ventrală. Părțile ventrale prezintă două sau mai multe canale evacuatoare.

MAMIFERELE

Cavitatea bucală a mamiferelor este delimitată de o cută tegumentară în care pătrund mușchi, formînd obrajii și buzele. Spațiul cuprins între obraji și buze, pe de o parte, și fălci, pe de altă parte, constituie spațiul prebucal sau *vestibulul* gurii. La un număr oarecare de rozătoare (de ex., la *Cricetus* — hîrciog), de marsupiale și de maimuțe, acest spațiu se mărește și formează pungi, în care poate fi acumulată o cantitate oarecare de provizii alimentare.

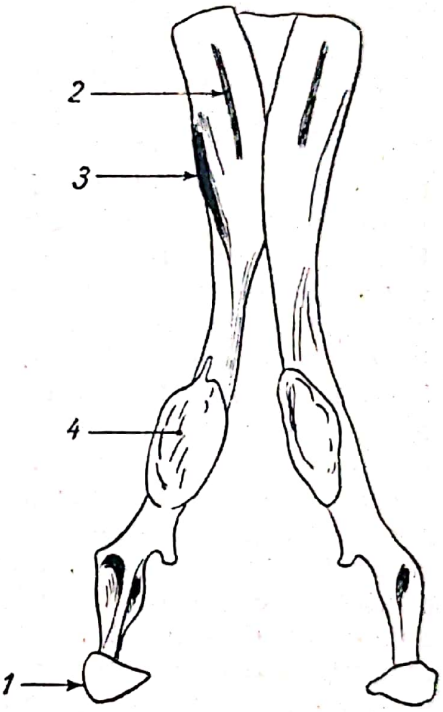


Fig. 25. Mandibula la *Ornithorhynchus paradoxus* (după O. Abel):
1 — condilul articular; *2* — alveola unui incisiv rudimentar; *3* — alveola unui canin rudimentar; *4* — alveola unui molar rudimentar care va fi ocupată mai tîrziu cu un dinte cornos.

La rozătoare (ca iepurele, castorul etc.), limita dintre mucoasa bucală și piele nu se situează pe versantul extern al buzelor, ci este împinsă pe peretele bucal intern care, din această cauză, este îmbrăcat cu peri. La alte forme (de ex. la bovidee), dimpotrivă, aceeași limită se deplasează înainte, către exterior, așa încît mucoasa ajunge pînă la *rhinarium* (zonă cutanată specializată, foarte bogată în glande mucoase care, la numeroase mamifere, înconjură narinele). Asociată în parte (tapir) sau în totalitate (elefant) cu muguri nazali hipertrofiați, buza superioară poate participa la formarea unei trompe.

Cavitatea bucală propriu-zisă este separată de fosele nazale printr-un palat tare, complet (boltă palatină secundară). Această boltă palatină este formată din procesele palatine ale maxilarelor, din procesele palatine ale premaxilarelor și din porțiunile orizontale ale palatinelor. Bolta palatină prezintă adesea cute transversale, formate din îngroșări cornoase ale mucoasei sale, care contribuie, împreună cu limba, fie la sfărîmarea alimentelor, fie la menținerea lor în cavitatea bucală. Fanoanele balenelor nu sînt decît o hipertrofiere a acestor cute palatine transversale.

Mucoasa cavității bucale este formată din un epiteliu stratificat pavimentos, căptușit de un corion. La nivelul bolții palatine și a gingiilor, stratul profund al acestuia concrește cu periostul oaselor subiacente, imobilizînd astfel mucoasa. În alte regiuni, din contră, între mucoasă

și țesutul subiacent se găsește un strat submucos format din țesut conjunctiv lax, care îi permite să alunece. Epiteliul pluristratificat al mucoasei formează glande mici salivare, mucoase, seroase sau mixte.

Cavitatea bucală conține dinții și limba. În ea se deschid și glandele salivare mari.

Dinții se află așezați în alveole, numai pe premaxile, maxile și mandibule. Ei lipsesc complet la Monotremele actuale, adulții de *Echidna* și *Ornithorhynchus* neposedînd decît o pereche de plăci cornoase. Absența dinților la aceste animale se datorește unei regresiuni: ornitorincul tînăr are 4 dinți pe fiecare jumătate de falcă superioară și 3 dinți pe fiecare jumătate de falcă inferioară. Acești dinți se mențin pînă cînd animalul atinge aproximativ o treime din talia sa definitivă, cînd ei sînt roși prin întrebuințare. Atunci rădăcinile lor scurte se resorb și se dezvoltă plăcile cornoase (fig. 25).

O regresiune analoagă a dinților se întîlnește și la ordinele cetaceelor, sirenienilor și edentatelor, putînd ajunge pînă la dispariția completă a dinților (*Balaenidae*). La fătul balenelor, de exemplu, se dezvoltă numeroși dinți care rămîn incluși în gingie și se resorb cu mult timp înaintea nașterii. Această dispariție este, într-o oarecare măsură, compensată de fanoanele cornoase. *Balaenoptera musculus* posedă aproape 16 000 de fanoane pe fălcile superioare, dintre care cele mai lungi au mai mult de 2 m lungime. Fanoanele de la *Balaena* au pînă la 3—5 m și sînt foarte elastice. Franjurile terminale ale diferitelor fanoane se întrepătrund în așa fel încît formează un filtru care reține organismele planctonice.

Ordinele mamiferelor la care unele grupe sînt caracterizate prin dispariția dinților pot prezenta alte grupe la care aceștia persistă, fiind chiar foarte numeroși, dar asemănători (dentiție izodontă sau homodontă). O astfel de dentiție se întîlnește, de exemplu, la cetaceele denticele sau odontocete. Astfel, la delfini *(Delphinus)* și la marsuini *(Phocaena)*, care fac parte din acest subordin al cetaceelor, dentiția de lapte persistă toată viața, și toți dinții au aceeași formă conică și o singură rădăcină. Cavitatea lor pulpară se strîmtează în așa mod încît nu mai este decît un canal îngust. Dinții odontocetelor variază numeric de la 260 la *Delphinus delphis*, la 4 la *Hyperodon*, la 4 sau 2 la *Liphius*. La narval *(Monodon monoceros)*, lung de 4—6 m, fălcile prezintă dinți foarte mici, care cad de timpuriu. Numai cei doi canini superiori persistă; dintre ei, cel stîng dezvoltîndu-se mult mai mult decît cel drept, putînd astfel să atingă la mascul o lungime de 2,5 m.

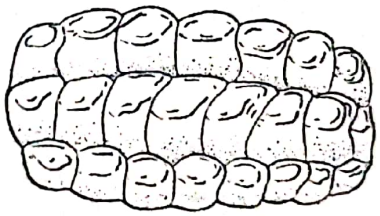
Tot în urma unei regresiuni, smaltul dispare de pe dinții de la *Dasypus* (tatu), *Orycteropus*, *Bradypus* (leneș) și alte Edentate. Pătura de smalț este limitată la fața anterioară a incisivilor la rozătoare și lipsește de pe incisivii (fildeșii) elefanților.

La marea majoritate a mamiferelor (cu excepția cazurilor analizate mai sus), dinții prezintă o diferențiere, pentru prima dată foarte clară în toată seria vertebratelor. Ei se împart în incisivi, canini, premolari și molari. Aceste din urmă două categorii de dinți se mai numesc și

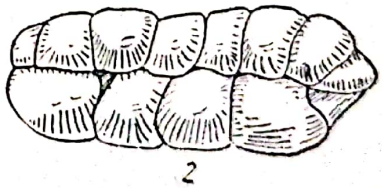
dinți jugali. Mamiferele cu o astfel de dentiție se numesc *heterodonte*, iar dentiția lor se numește de asemenea heterodontă.

Derivarea incisivilor și caninilor din dinții conici ai reptilelor este ușor de conceput, ceea ce nu este cazul pentru dinții jugali, cu coroană complexă (dinți plexodonți). Asupra modului lor de formare există azi numeroase teorii: *teoria iritării funcționale* (emisă de Aichel); *teoria concreșterii* sau a coalescenței (emisă de Gaudry, Giebel și Röse și susținută de L. Bolk), conform căreia dinții jugali complecși de la mamifere ar proveni din concreșterea pe grupe a dinților simpli de la reptile; *teoria multituberculară* (emisă de Forsyth Major și dezvoltată de M. Friant și R. Anthony); *teoria trituberculară* emisă de Cope și Osborn, remaniată ulterior de Gregory și precizată de curînd de G. G. Simpson, cunoscută azi sub denumirea de *teoria neotrituberculară*.

Dacă primele două teorii nu au putut rezista criticilor care le-au fost aduse, teoria multituberculară, care admite că dinții jugali primitivi de la mamiferele cele mai vechi ar fi fost de tip multituberculat (sau polibunodont), este luată în considerație de unii specialiști, dat fiind că o grupă întreagă de mamifere mezozoice, foarte veche — Multituberculate — prezintă o astfel de dentiție (fig. 26). Prin simplificarea molarilor



1

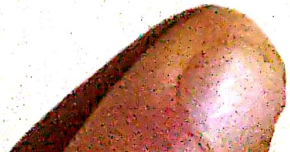


2

Fig. 26. Dinții la *Cimolomys gracilis* (multituberculat din cretacicul superior) (după Marsh, din J. Anthony):
1 — suprafața triturantă a unui molar superior;
2 — suprafața triturantă a unui molar inferior.

multituberculați s-ar fi ajuns la molarii mamiferelor actuale. Totuși, în fața obiecțiilor care i se aduc, majoritatea biologilor s-a raliat la teoria neotrituberculară.

În conformitate cu această teorie, dinții jugali de la mamifere ar fi provenit din dinții conici ai reptilelor, prin apariția de tuberculi noi. În prima etapă s-au adăugat 2 tuberculi la cel inițial, dispunîndu-se fie într-un singur plan (dinți triconodonți), fie în planuri diferite, formînd astfel un triunghi (dinți trigonodonți). În concepția lui Gregory



și Simpson, aceasta din urmă formă, și nu cea precedentă, este la originea dinților jugali de la mamiferele actuale.

La molarii superiori, tuberculul intern unic, denumit de Gregory amficon *(amphicon)*, corespunde conului unic de la reptile, cei doi tuberculi vestibulari[1], denumiți *parastil* (anterior) și *metastil* (posterior) fiind de neoformație (fig. 27). Un astfel de molar se întîlnește la *Dryolestes* (mamifer jurasic). Etapa a doua a evoluției molarului mamalian superior este marcată prin dedublarea amficonului, care dă astfel *paraconul* și *metaconul*, la partea linguală a molarului adăugîndu-se încă un tubercul, care este *protoconul*. Se formează astfel un dublu trigon (fig. 27) pe care-l găsim pe molarii unor mamifere paleocene ca *Deltatherium* și *Palaeoryctes*. Ulterior, parastilul și metastilul se reduc, ajungîndu-se astfel, în mod secundar, la *trigonul* considerat în vechea teorie trituberculară, format la molarii superiori dintr-un tubercul lingual, numit protocon, și doi tuberculi vestibulari, numiți paracon (anterior) și metacon (posterior). Între paracon și tuberculii vestibulari pot apărea tuberculi intermediari, denumiți paraconùl și metaconùl. De asemenea, pe partea distolinguală a coroanei, mai înapoia protoconului deci, poate apărea un tubercul suplimentar, numit *hipocon* sau *talon*. Prin apariția tuberculilor suplimentari (paraconùl, metaconùl, hipocon), molarul se complică putînd deveni din tritubercular, cvaoritubercular, cvincvetubercular, hexatubercular.

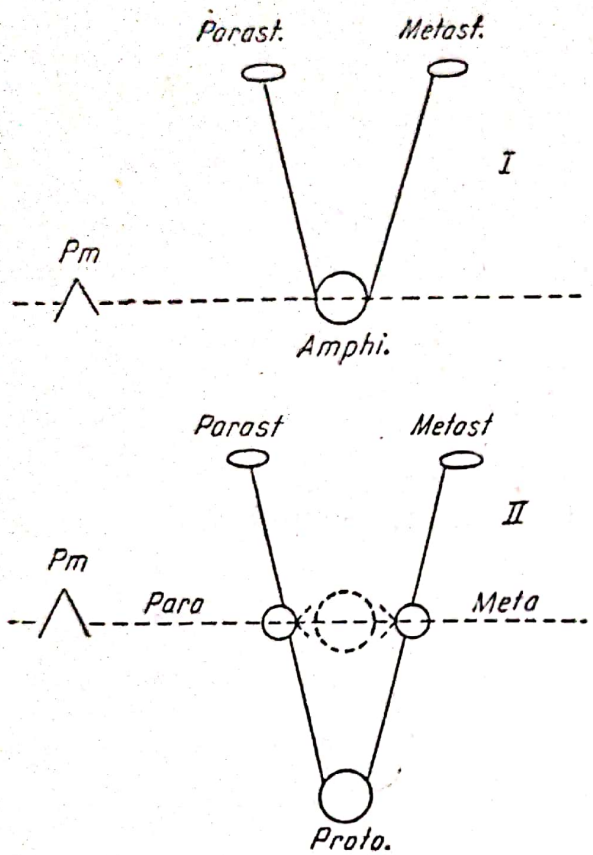


Fig. 27. Primele etape ale evoluției molarului superior, după teoria neotrituberculară a lui Gregory (din J. Anthony): *I* — etapa trigonodontă; *II* — etapa trigonului dublu.

La molarii inferiori nu a existat etapa dublului trigon (sau conform cu nomenclatura adaptată pentru dinții mandibulari a dublului trigonid[2]). Tuberculii oferă aici o așezare inversă față de falca superioară, protoconidul fiind așezat anterior pe partea vestibulară, iar paraconi-

[1] Conform cu nomenclatura internațională, se întrebuințează termenul de *lingual* pentru partea internă a coroanei, și *vestibular*, pentru cea externă.

[2] Pentru tuberculii dinților jugali de pe mandibulă, se păstrează aceleași denumiri ca pentru acei de pe maxilarul superior, adăugîndu-se numai terminația *-id*.

dul și metaconidul anterior, și respectiv posterior, pe partea linguală. Complicarea molarului inferior are loc prin adăugarea unui *hipoconid* sau talonid la partea posterioară a protoconidului, precum și prin apariția de o parte și de alta a talonidului a doi tuberculi suplimentari *entoconidul* (lingual) și *hipoconidul* (vestibular). Atunci cînd se complică, molarul inferior crește astfel mai mult în lungime, în timp ce molarul superior se dezvoltă mai mult în lărgime.

Adaptarea dentiției la regimul de hrană este foarte accentuată la mamifere. La tipurile arhaice, tuberculii sînt individualizați, de obicei ascuțiți, constituind caracteristica dentiției bunodonte. La formele actuale, cu regim de hrană omnivor, așa cum sînt de exemplu primatele, dentiția jugală prezintă, de asemenea, tuberculi individualizați, de tip neobunodont (fig. 28). La insectivore, tuberculii iau forma literei *V*. La carnivore, tuberculii premolarilor sînt turtiți lateral și legați prin creste longitudinale tăioase, fie mai mult sau mai puțin curbe, fie aproape

Fig. 28. Molar de tip bunodont (din J. Baer).

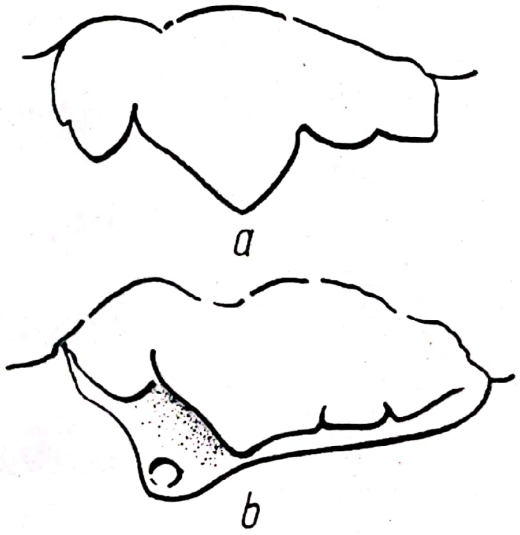


Fig. 29. Premolar 4, de tip secodont, la leu (după natură: O. Necrasov): *a* — văzut din profil; *b* — văzut din 3/4.

drepte constituind tipul secondont (fig. 29). Molarii rămîn însă de tip tubercular. După cum regimul de hrană al unei specii sau al unui subgrup al carnivorelor va fi mai mult sau mai puțin predominant carnivor, vor predomina premolarii sau, din contră, molarii (fig. 30).

La carnivorele actuale, premolarul 4 superior și molarul 1 inferior (situați la un nivel unde forța de presiune a mandibulei asupra maxilarului superior atinge un maximum de intensitate în timpul masticației) iau o dezvoltare deosebită formînd *carnasierele* (după denumirea dată de Cuvier). Trebuie să remarcăm că în decursul istoriei filogenetice

a carnivorelor, carnasierele au suferit o deplasare dinapoi înainte (la Oxyaena carnasierele sînt $\frac{m_2}{m_3}$, la *Hyaenodon* ele devin $\frac{m_1}{m_2}$, ajungînd la poziţia lor actuală $\frac{p_4}{m_1}$ abia la *Eucreodae*), probabil în raport cu scur-

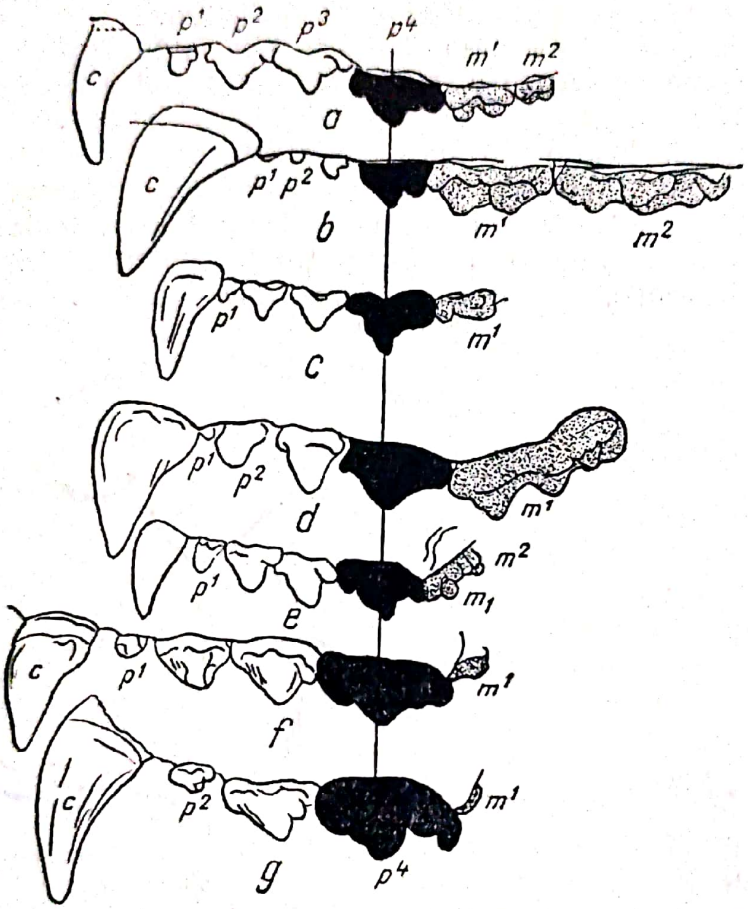


Fig. 30. Dentiţia superioară la carnivore: raportul între dezvoltarea *P* şi *M* (după M. Weber):
a — Canis; *b* — Ursus; *c* — Martes; *d* — Meles; *e* — Herpestes; *f* — Hyaena; *g* — Felis (carnasiera: *în negru*; molarii: posteriori carnasierei; premolarii: carnasiera şi dinţii jugali aşezaţi anterior carnasierei).

tarea braţului rezistenţei a pîrghiei reprezentate de mandibulă (fig. 31). La *Ursidae*, cu regim omnivor, dentiţia jugală este în întregime de tip tubercular, iar carnasierele nu sînt morfologic diferenţiate.

La unele erbivore, tuberculii sînt uniţi prin creste perpendiculare pe direcţia de mişcare, denumite *lofi*. O astfel de dentiţie numită *lofodontă* se întîlneşte la rinocer, la elefant, la unii mastodonţi (*M. tapiroides*). Între tipul *bunodont* şi cel lofodont există un tip de tranziţie morfologică, denumit *bunolofodont* (de exemplu, unii mastodonţi arhaici, ca *Mastodon arvernensis* — tapirul). La alte erbivore, aşa cum

sînt Cervidele, tuberculii molarelor sînt turtiţi afectînd forma de semilună, caracteristică tipului selenodont. Şi între acest tip şi cel bunodont există forme de tranziţie morfologică, unde selenele coexistă cu tuberculii obişnuiţi, caracterizînd tipul *bunoselenodont* (de exemplu, *Titanotherium, Palaeosyops).* La majoritatea erbivorelor însă, aşa cum sînt Bovidele, Equidele, selenele sînt reunite prin creste transversale, această dispoziţie caracterizînd tipul *lofoselenodont* (fig. 32).

Unii dinţi, ca incisivii rozătoarelor şi ai elefanţilor, caninii porcinelor şi ai moschidelor, molarii elefanţilor şi, într-o oarecare măsură, molarii majorităţii mamiferelor erbivore, cresc toată viaţa, sau cel puţin foarte mult timp, şi se caracterizează prin aceea că rădăcina lor rămîne larg deschisă la capăt precum şi prin forma lor prismatică. Aceşti dinţi cu creştere continuă se numesc şi prismatici sau *hypsilodonţi* (de la gr. *hypsos*=înalt; *odons*=dinte) sau hipsodonţi. De obicei însă, la majoritatea mamiferelor, dintele capătă destul de repede o mărime determinată, pe care n-o va depăşi, şi rădăcina sa se închide nelăsînd decît un orificiu prin care trec nervii şi vasele destinate pulpei (fig. 33).

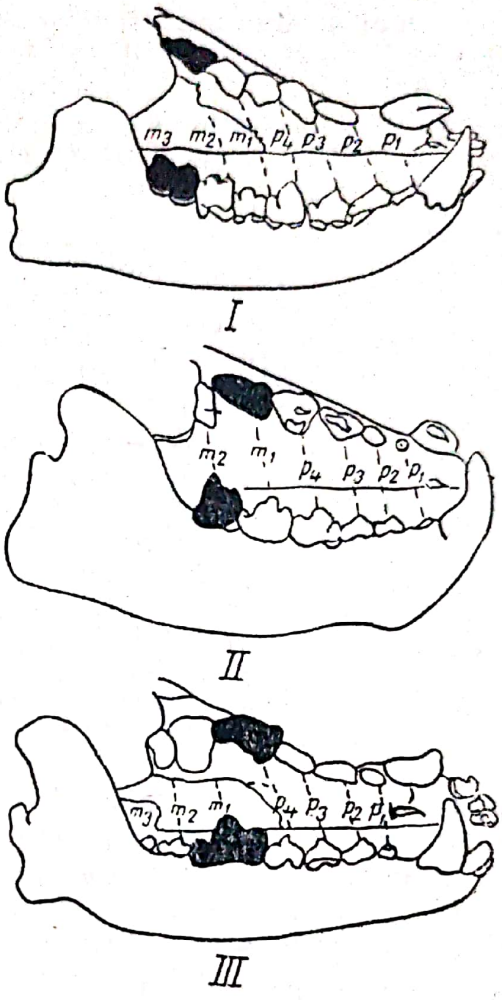


Fig. 31. Evoluţia carnasierei superioare şi inferioare la carnivore (după W. D. Mathew, din O. Abel):
I — Hyaenodon; *II* — Oxyaena; *III* — lup.

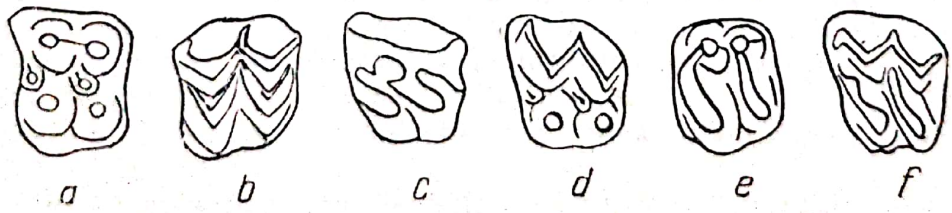


Fig. 32. Diferitele căi de specializare a molarelor superioare la *Ongulatae* (după H. F. Osborn, din O. Abel):
a — tipul bunodont (*Hyracotherium*); *b* — tipul selenodont (*Protoceras*); *c* — tipul lofodont (*Rhinoceros*); *d* — tipul bunoselenodont (*Palaeosyops*); *e* — tipul lofobunodont (*Tapirus*); *f* — tipul lofoselenodont (*Anchitherium*).

La majoritatea mamiferelor există două dentiții succesive: dentiția de lapte și dentiția definitivă. Animalele cu dinții de înlocuire multipli, ca peștii, amfibienii și reptilele sînt numite *polifiodonte*. Starea polifiodontă este deci înlocuită la mamifere printr-o stare *difiodontă*, deoarece ele nu mai au decît două generații succesive de dinți și devine *monofiodontă*, sau numai aparent prezintă această stare, la cetacee și la edentate, care sînt de fapt pseudomonofiodonte.

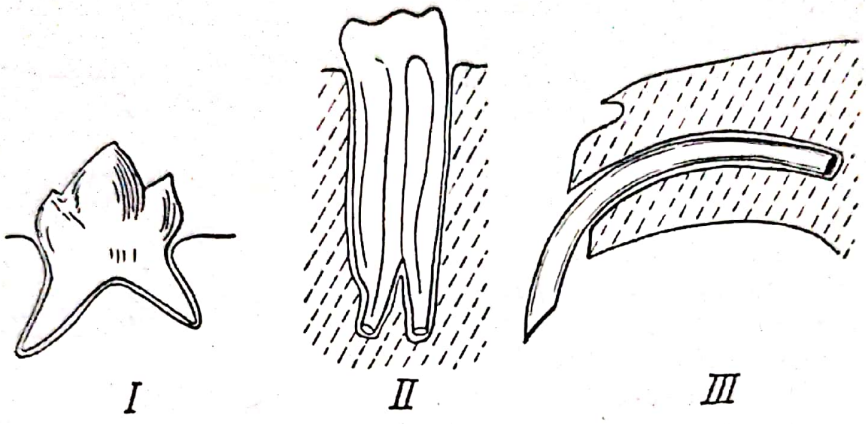


Fig. 33. Tipurile de creștere dentară (după J. Anthony):
I — molar cu creștere limitată (la cîine); *II* — molar cu creștere prelungită (la cal); *III* — dinte cu creștere continuă (incisiv de castor).

Numărul dinților de fiecare fel este prezentat prin formula dentară. La Placentare, formulele dentare corespund sau derivă, prin reducere, dintr-o formulă care cuprinde 44 dinți, prezentînd pe fiecare jumătate de falcă: $\frac{3}{3}i+\frac{1}{1}c+\frac{4}{4}pm+\frac{3}{3}$ m. Se numesc *pletodonte* (de la gr. *pletos*=în mare număr) mamiferele care au această formulă completă.

Limba la mamifere este de obicei puternic dezvoltată, bogată în glande, prezintă o musculatură diferențiată, numeroase *papile* și îndeplinește funcții variate (în prelucrarea hranei, în deglutiție, în sensibilitate etc.).

Papilele pot fi de mai multe feluri: caliciforme sau circumvalate *(circumvallatae)* dispuse astfel pe fundul limbii încît formează un V cu vîrful înapoi; fungiforme, filiforme sau coraliforme, foliate, hemisferice (fig. 34). La carnivore și la ornitorinc, papilele sînt puternic keratinizate, astfel încît suprafața limbii poate funcționa ca o adevărată răzătoare.

Limba prezintă o inervație senzitivă și alta motoare. Fibrele senzitive sînt reprezentate prin: dendritele nervului vag (X) care se distribuie la cea mai mare parte din regiunea posterioară a limbii; dendritele nervului glosofaringian (IX) care se distribuie la treimea posterioară a limbii, care conține papile circumvalate și foliate; dendritele

ramului lingual al nervului trigemen (V) și dentritele ramului senzitiv al nervului facial (VII) care formează coarda timpanului distribuindu-se la cele două treimi anterioare ale limbii. Fibrele motoare sînt reprezentate prin axoni ai nervului hipoglos, care merg la mușchii limbii, nervi vasomotori și nervi efectori glandulari.

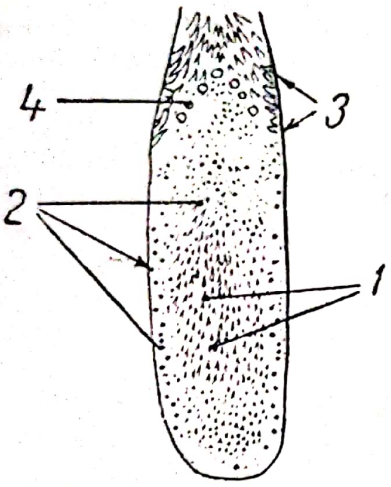


Fig. 34. Limba de la pisică, observîndu-se așezarea papilelor (din C. Weichert):
1 — papilele filiforme; *2* — papilele fungiforme; *3* — papilele foliate; *4* — papilele circumvalate.

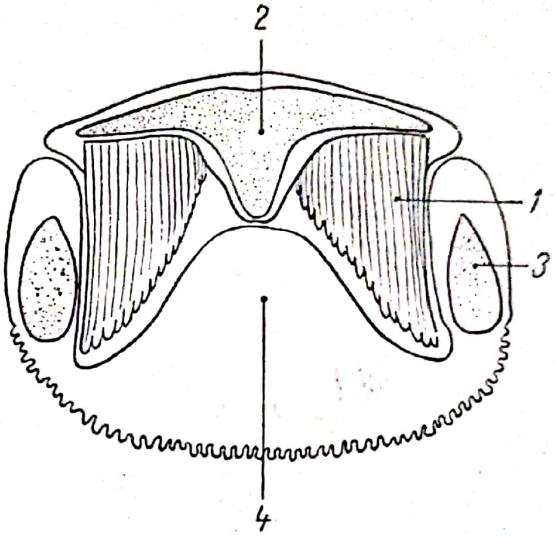


Fig. 35. Secțiune transversală prin capul unei balene (după Boas, din Hesse):
1 — fanoane; *2* — craniul; *3* — mandibula; *4* — limba.

Limba poate prezenta forme adaptative specializate. Astfel, la mamiferele care se hrănesc cu furnici și termite (de ex. *Myrmecophaga, Manis),* limba are o formă aproape cilindrică, este lungă, îngustă și foarte bogată în glande, înzestrată cu o musculatură specială care asigură retractarea ei. Această musculatură se inseră la *Myrmecophaga* în vecinătatea sternului, ajungînd la pangolin pînă la centura pelviană. La cetacee, limba este puțin mobilă și nu poate fi proiectată în afara gurii, dar asociată cu fanoanele contribuie la filtrarea apei (fig. 35).

În fine trebuie menționat faptul că, unele mamifere, ca marsupialele și primatele, oferă o excrescență mai mult sau mai puțin dezvoltată, așezată sub limbă și la rădăcina ei, numită *sublingua.* Puternic dezvoltată la Lemurieni, această formațiune le servește la curățatul incisivilor inferiori (fig. 36). După unii autori, sublingua ar fi omologă cu limba vertebratelor mai inferioare, în timp ce limba mamiferelor ar fi un organ nou (de neoformație).

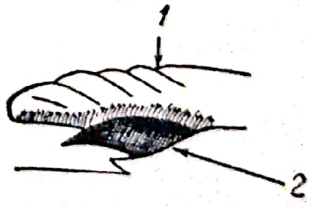


Fig. 36. Limba la *Stenops gracilis* (după C. Gegenbaur, din Ihle):
1 — limba; *2* — sublimba.

Faringele urmează după cavitatea bucală. Căptușit cu o mucoasă, prezentînd un epiteliu pavimentos stratificat, el nu are un înveliș muscular continuu. Contrariu de ceea ce există în restul tractusului digestiv, musculatura sa longitudinală se organizează în mușchi longitudinali individualizați și în constrictori inelari, așezați la exterior. Primii sînt mușchi ridicători, ceilalți constrictori. Fibrele lor sînt striate.

Mucoasa faringiană este bogată în formațiuni limfatice. În afară de gură, în faringe se deschid coanele secundare, trompele lui Eustache, laringele și esofagul. Dispoziții speciale (vălul palatin, epiglota) asigură reglarea căii alimentare și a căii aeriene.

Esofagul este și el căptușit cu o mucoasă avînd un epiteliu stratificat. Ea prezintă cute longitudinale nepermanente și este bogată în formațiuni glandulare. La începutul esofagului întîlnim o musculatură continuă, dispusă în o pătură circulară internă și una longitudinală ex-

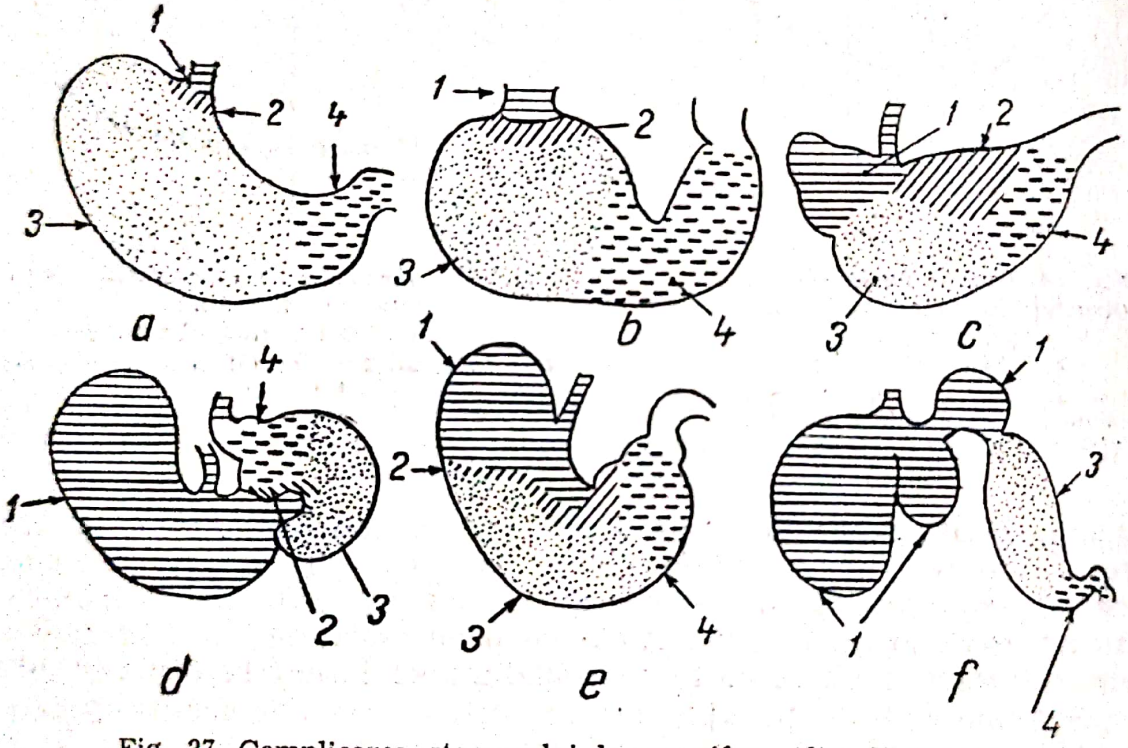


Fig. 37. Complicarea stomacului la mamifere (din Hesse):
a — om; *b* — cîine; *c* — guzgan; *d* — hamster; *e* — cal; *f* — rumegător: *1* — esofagul și regiunea esofagiană a stomacului; *2* — regiunea cardială; *3* — regiunea fundică; *4* — regiunea pilorică.

ternă. Aceasta poate fi striată în toată lungimea esofagului (iepurele de casă, porc, rumegătoare), fibrele striate putînd să pătrundă chiar în stomac (ca la unele rozătoare), sau numai în porțiunea sa superioară. Prezența unei musculaturi striate la esofagul rumegătoarelor asigură contracția lui voluntară în timpul regurgitării hranei. Esofagul este învelit într-o adventice care-l leagă de organele vecine. Regiunea esofagiană poate fi scurtă (porc, cîine, iepure), sau, dimpotrivă, întinsă (cal, tapir, șobolan, șoarece).

Stomacul mamiferelor prezintă multe variaţii de formă şi dimensiuni, dintre care cele mai pronunţate se constată la Ungulate, mai ales la rumegătoare (fig. 37).

Distingem la vertebrate stomacuri *simple* şi stomacuri *compuse*.

Stomacurile simple (stomacul la om, la cîine, la cal etc.) prezintă o *mare curbură* cu o regiune fundică şi o *mică curbură*. Orificiul prin care comunică cu duodenul — *pilor* — este prevăzut cu o valvulă pilorică. Orificiul prin care comunică cu esofagul — *cardia* — nu oferă o astfel de valvulă. Simplicitatea acestor stomacuri este de fapt numai aparentă, întrucît dacă ţinem seama de structura mucoasei şi de constituţia şi funcţiile glandelor care-şi varsă produsul în cavitatea lor, putem distinge, în multe cazuri, patru regiuni: *esofagiană, cardială, fundică* şi *pilorică*. Prima are un epiteliu pluristratificat, de tip esofagian, în timp ce următoarele regiuni oferă un epiteliu unistratificat, tipic stomacului.

Stomacurile compuse rezultă din separarea regiunilor întîlnite în stomacurile simple. Astfel, la guzgan (şobolan) regiunea esofagiană sau stomac anterior prezintă un început de separare, printr-o gîtuitură, de „stomacul propriu-zis", delimitarea celor două părţi devenind puternic marcată la *Hamster*, unde stomacul este bicameral. La cămilă, stomacul anterior este împărţit într-o pungă mare, *rumen*, şi una mică, *reticulum;* la ambele, o parte din perete formează diverticule („celule" în sens vechi) unde poate fi înmagazinată apă. În sfîrşit, la rumegătoarele

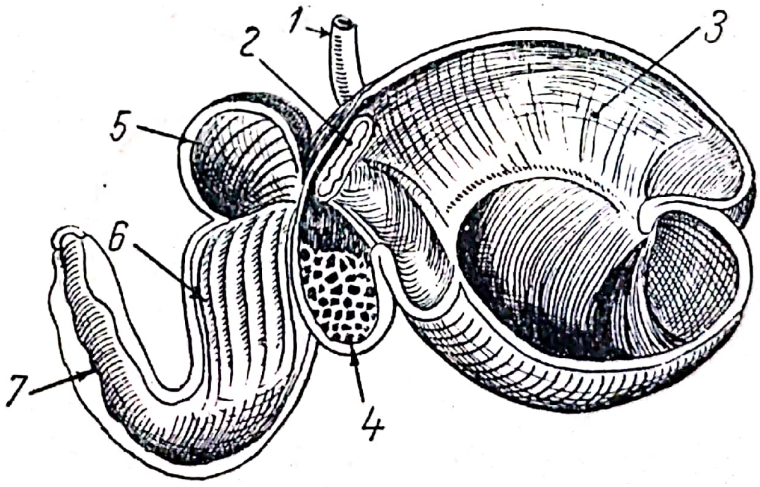


Fig. 38. Secţiune longitudinală prin stomacul unui rumegător (oaie) (din J. Baer):
1 — esofagul; *2* — jgheabul esofagian; *3* — rumen; *4* — reticulum; *5* — omasum; *6* — abomasum; *7* — intestinul.

tipice, bovine şi ovine, stomacul anterior are trei compartimente, care trebuie privite ca expansiuni ale capătului inferior al esofagului, şi anume: *rumen* (burduf, ierbar sau pansa), *reticulum* (ciur) şi *omasum* sau *psalterium* (foios).

Pereţii omasumului poartă numeroase cute asemenea foilor unei cărţi (de aceea se numeşte foios) (fig. 38). Omasumul comunică direct cu adevăratul stomac — *abomasum* (cheag sau închegător). Burduful, ciurul şi foiosul sînt căptuşite cu un epiteliu de tip esofagian. Epiteliul

Scanned with OKEN Scanner

simplu, de tip gastric, nu există decît în închegător, unde se cantonează glandele cardiale, fundice şi pilorice.

Hrana înghiţită este mai întîi înmagazinată în rumen, unde este amestecată cu mucus şi de aici trece în reticul. Ambele aceste părţi sînt pungi de înmagazinare unde hrana vegetală (la care se adaugă şi apa) este frămîntată sub acţiunea pereţilor musculari şi transformată într-o pastă, expusă acţiunii microorganismelor. Acestea sînt mai ales bacterii anaerobe[1] care produc anumite enzime, prin acţiunea cărora din celuloză şi alţi hidraţi de carbon iau naştere, înainte de toate, acizi graşi volatili. Ei se combină cu baze şi dau săpunuri care traversează epiteliul rumenului şi trec în venele din pereţii acestuia. Aceste săruri servesc ca metabolite şi deţin un loc foarte important în nutriţie, intervin în secreţia laptelui, elaborarea lipidelor şi în oxidare.

În repaus, animalul regurgitează hrana astfel prelucrată, o mestecă din nou şi temeinic — o rumegă — şi apoi o înghite iarăşi. O parte din hrană trece acum direct în omasum (fig. 39) în timp ce alta trece mai întîi la reticulum şi apoi în omasum. Din omasum ea va trece în abomasum (stomac propriu-zis), unde se va desfăşura digestia gastrică, graţie fermenţilor fabricaţi de glandele stomacale.

Stomacul mamiferelor poate prezenta alte interesante dispoziţii speciale de ordin adaptativ la regimul alimentar. Astfel, la mamiferele a căror hrană este constituită numai din furnici şi termite (furnicar,

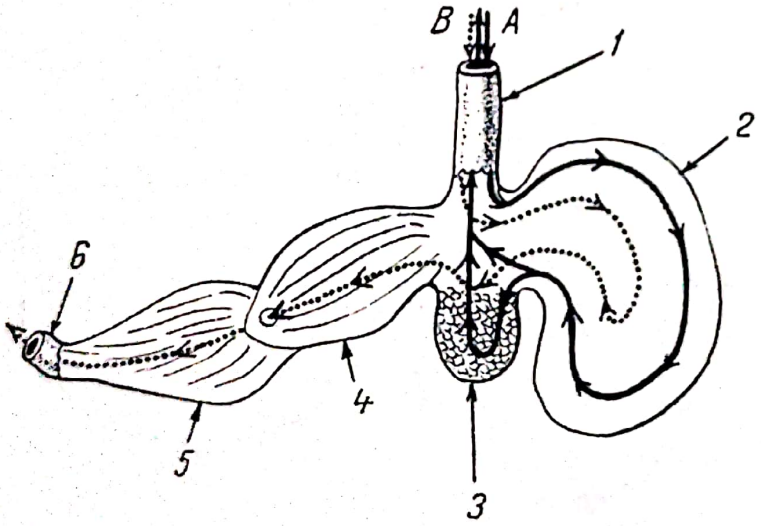


Fig. 39. Diagramă arătînd structura stomacului compus la rumegătoare şi calea alimentelor înainte (*A*) şi după rumegare (*B*) (din Weichert):
1 — esofagul; *2* — rumen (ierbarul); *3* — reticulum (ciurul); *4* — omasum (foiosul); *5* — abomasum (cheagul); *6* — duodenul.

pangolin şi *Orycteropus*) şi a căror dinţi sînt absenţi sau reduşi, peretele intern al stomacului este acoperit, în totalitate sau în parte de o pătură groasă de keratină, care îl protejează de acidul formic, şi a cărei

[1] Digestia celulozei se datoreşte asociaţiei a foarte numeroase specii de coci anaerobi, gram-negativi, cu alte bacterii. În afară de aceasta, numeroase specii de bacterii, total inactive asupra celulozei, favorizează digestia acesteia, luînd parte la formarea unui mediu special, caracteristic rumenului, producînd CO_2 şi CH_4. În rumen se găseşte, de asemenea, şi o faună de protozoare ciliate care digeră celuloza şi sînt ele însele digerate mai tîrziu.

Scanned with OKEN Scanner

papile formează un aparat de sfărîmare pus în mișcare de o musculatură extrem de puternică în regiunea pilorică.

Intestinul subțire variază mult ca lungime, în raport cu regimul alimentar (fig. 40). Cel mai scurt el este la carnivore (6—7 m la lei), crește la omnivore (20 m la porc) și atinge o mare lungime la erbivore (aproximativ 28 m la oaie, 50 m la bou). La toate cetaceele intestinul subțire este foarte lung. Astfel, la cașalot *(Physeter)* cu o lungime corporală de 17 m, el măsoară aproximativ 170 m. De asemenea, pinipedele au un intestin subțire foarte lung (pînă la 80 m la unele specii), fapt care deocamdată este greu de explicat, dat fiind regimul lor de hrană piscivor.

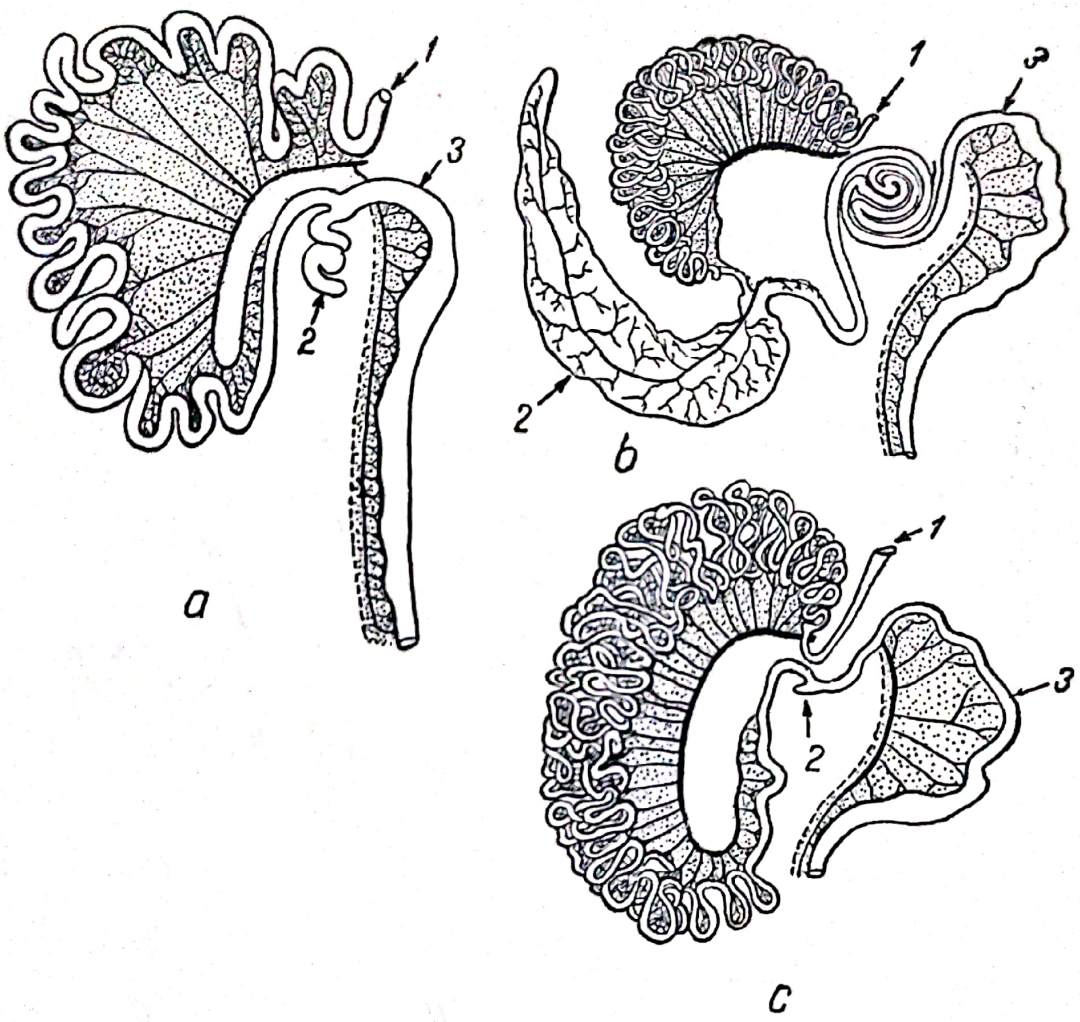


Fig. 40. Intestinul subțire la mamifere cu regim alimentar variat (după Mitchell, din Hesse):
a — Canis vulpes; b — Hydrochoerus capybara, c — Otaria: 1 — deschiderea anterioară a intestinului subțire; 2 — cecum; 3 — intestinul gros.

Pereții interni ai intestinului subțire, acoperiți de vilozități, formează la mamifere cute numite *valvule conivente* sau *valvulele lui Kerkring.*

Scanned with OKEN Scanner

În tot lungul său se găsesc numeroase glande ale lui Lieberkühn, glandele lui Brünner fiind cantonate numai în duoden. Corionul cuprinde numeroși noduli limfatici, izolați sau grupați în plăcile lui Payer.

Intestinul subțire se împarte în *duoden, jejun* și *ileon.*

Intestinul gros continuă intestinul subțire, la deschiderea sa aflîndu-se *valvula ileocecală.* El este format din *cecum* și *colon* și se continuă cu *rectumul,* care comunică cu exteriorul prin anus, la Metateriene și Euteriene, dar care se deschide în cloac, la Prototeriene (Monotreme).

Dezvoltarea cecumului este foarte diferită la vertebrate (fig. 41). El este enorm la iepure și la cal, dar lipsește la Chiroptere, la aproape toate insectivorele, la Mustelide și Urside, la multe rozătoare și la tatu *(Dasypus),* la leneși, la cetaceele cetodonte. Extremitatea sa se atrofiază la maimuțele antropomorfe și la om, constituind un apendice vermiform, care se regăsește și la cîteva forme cu cecum foarte voluminos *(Lepus, Cricetus).* La ierbivore, cecumul poate să atingă lungimea corpului. În acest caz, el se învîrtește în jurul lui însuși, de multe ori și formează o spirală plană. Lungimea colonului este foarte variabilă și ea.

Glandele anexe cuprind: glandele bucale (salivare), ficatul și pancreasul.

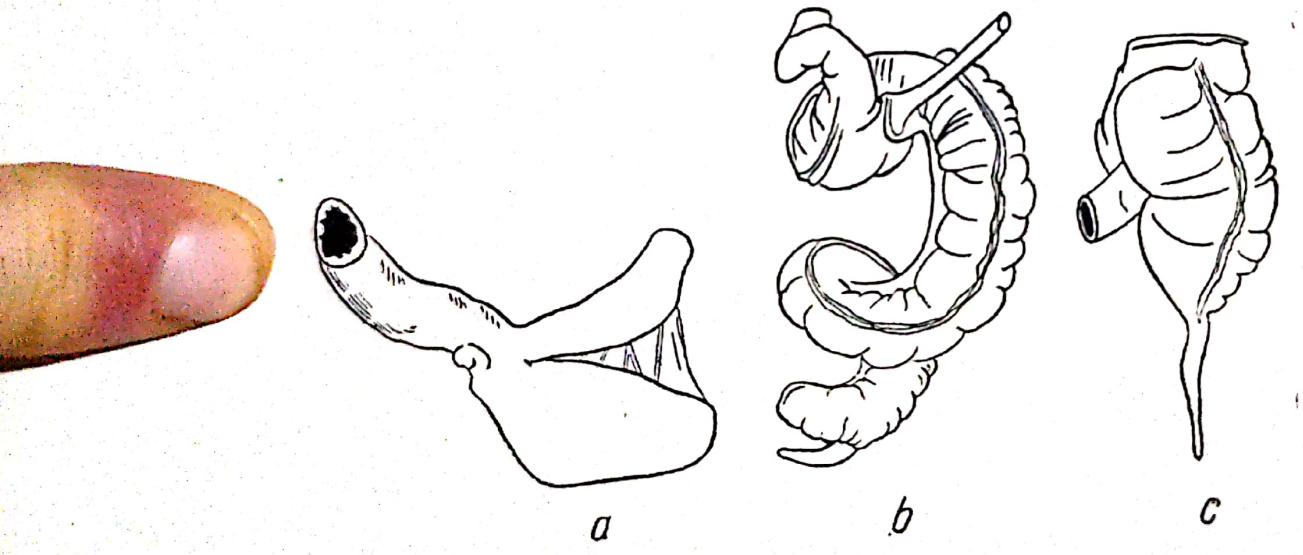


Fig. 41. Cecumul intestinal la mamifere (din Böker):
a — marsupial (*Didelphys*); *b* — *Coendu prehensilis*; *c* — om.

Glandele salivare sînt reprezentate prin glande salivare *mici* sau *glandule salivare* (linguale, labiale, palatine, bucale), și prin glande salivare *mari* (sublinguale mari și mici, submaxilare, parotide). Glandulele salivare se asociază în grupuri, formînd „cîmpuri glandulare" lipite de mucoasa bucală.

Microscopic, parenchimul glandular este alcătuit din elemente secretoare (acini și tubuli glandulari) și elemente conducătoare (canalele

evacuatoare). După tipul elementelor secretoare, din punct de vedere histofiziologic, glandele salivare sînt *mucoase, seroase* și *mixte*. După numărul canalelor evacuatoare principale, glandele sînt *monostomatice*, cu un singur canal evacuator (submaxilarele, sublingualele mari, parotidele) sau *polistomatice*, cu mai multe canale evacuatoare (sublingualele mici, zigomaticele).

Glandele salivare mari au o structură tubuloacinoasă. Glandele sublinguale sînt o diferențiere a glandelor linguale. Trebuie să considerăm, de asemenea, parotidele ca rezultînd dintr-o dezvoltare deosebită a glandelor palatine.

Deosebirile de structură macro- și microscopică, ca și absența glandelor salivare la unele mamifere, sînt corelate cu modul de nutriție și cu mediul înconjurător de trai. La mamiferele insectivore și erbivore glandele salivare sînt dezvoltate. La *Dasypus* și *Myrmecophaga* canalul submaxilarei prezintă o dilatare (rezervor) în care este acumulată saliva. La mamiferele adaptate la mediul acvatic, glandele au suferit o regresiune mai mult sau mai puțin accentuată. La *Phocaena communis*, glandele salivare mari lipsesc, dar s-au descris glande palatine sublinguale mici și bucale.

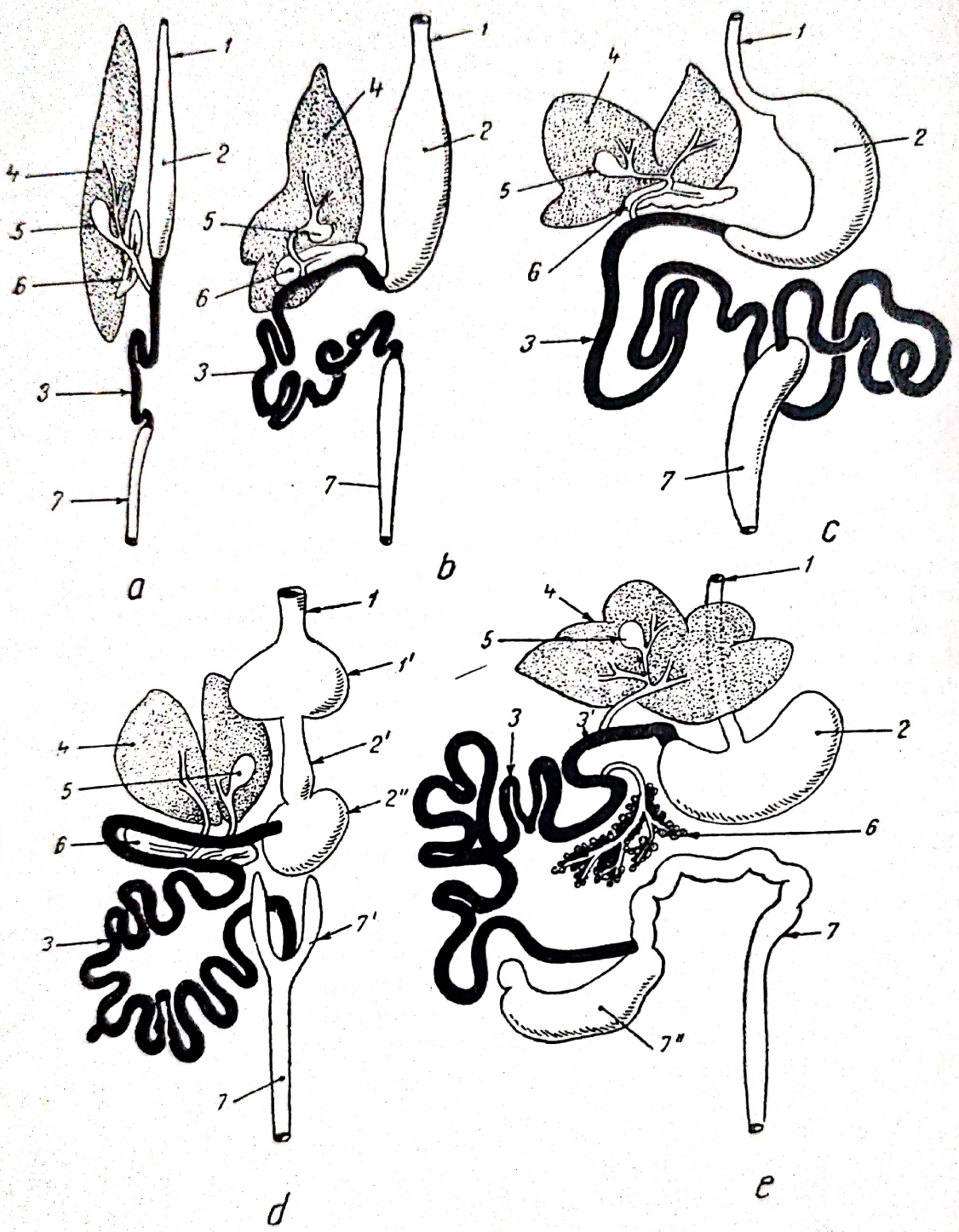
Adeseori, mai ales la Ungulate, un grup de glandule labiale se dezvoltă mult în dreptul molarilor și constituie, de fiecare parte, cîte o glandă molară. În același mod, la Canide și Leporide, glandulele palatine se grupează și formează un masiv glandular compact, care străbate bolta palatină și se localizează în cavitatea orbitară, formînd glanda orbitară sau infraorbitară a acestor animale. La cobai, glandele orbitare sînt situate înapoia globului ocular, în lungul marginii superioare a arcadei zigomatice.

Glandele zigomatice sînt dezvoltate la carnivore, însă apar și la Leporide, Pinipede, Prosimieni și Simieni. Fiecare din ele este situată sub arcada zigomatică și este acoperită, în parte, de mușchiul maseter. Ea ajunge în regiunea orbitei, unde se învecinează cu glanda infraorbitară oculară, la acele mamifere care o posedă. Unii anatomiști au considerat glanda zigomatică și glanda infraorbitară-oculară ca o singură glandă, anexată orbitei. Pentru a deosebi cele două glande s-a acordat numele de glanda zigomatică, glandei care se deschide în cavitatea bucală, în dreptul unuia dintre molarii superiori și de glanda infraorbitară-oculară glandei care se deschide în sacul conjunctival al ochiului.

Glanda sublinguală mare este denumită și *retrolinguală*, la mamiferele la care aceasta este situată înapoia încrucișării nervului lingual cu canalul evacuator al submaxilarei (rozătoare).

Ficatul mamiferelor carnivore este mai mare decît al celor erbivore. Vezicula biliară lipsește la multe rozătoare, Perissodactile, Cetacee, Camelide, Cervide și la multe antilope. Fierea este evacuată din ficat printr-un canal sau mai multe canale hepatice. Dacă există o vezică biliară, atunci canalul cistic se reunește cu cel hepatic, formînd *canalul coledoc* care se deschide în duoden.

Scanned with OKEN Scanner



Planșa *I*. Structura sistemului digestiv la tetrapode (din A. Portmann): — Urodele; *B* — Anure; *C* — Reptile; *D* — Păsări; *E* — Mamifere: *1* — esofagul; *1'* — guşa; - stomacul; *2'* — stomacul chimic; *2''* — stomacul mecanic; *3* — intestinul subțire; *3'* — duo- ıul; *4* — ficatul; *5* — vezica biliară; *6* — pancreasul; *7* — intestinul gros; *7'* — cecumuri perechi; *7''* — cecumul nepereche.

Scanned with OKEN Scanner

Pancreasul este adesea foarte dezvoltat, mai ales la rozătoare, unde este difuz. Ele prezintă unul sau două canale evacuatoare: *canalul lui Wirsung* și *canalul lui Santorini*. Canalul lui Wirsung se deschide de obicei lîngă canalul coledoc, într-un mic rezervor comun, *ampula lui Vater*; în unele cazuri însă (iepure, cobai), deschiderea sa este foarte îndepărtată de aceea a canalului coledoc. Pancreasul mamiferelor prezintă o parte exocrină, cu structura tubulo-acinoasă, care produce sucul pancreatic, evacuat prin canalele amintite, și o parte endocrină, reprezentată prin insulele lui Langerhans.

SISTEMUL DIGESTIV LA OM

Sistemul digestiv la om este constituit la fel ca la toate vertebratele, dintr-un tub deschis la ambele capete și din organe anexe. Unul din orificii este orificiul bucal, celălalt orificiul anal. Acest tub se împarte în următoarele regiuni principale: cavitatea bucală, faringele, esofagul, stomacul, intestinul subțire, intestinul gros și rectumul (fig. 42). Organele anexe sînt glandele digestive mari: salivare, ficatul și pancreasul.

Cavitatea bucală *(cavum oris)* la om, la fel ca la toate mamiferele, se deosebește de aceea a tuturor celorlalte vertebrate, prin prezența obrajilor *(bucae)*, a buzelor *(labia oris:* labium maxillare și labium mandibulare) și a spațiului prebucal sau vestibulul gurii *(vestibulum oris)*. Ea este separată de cavitatea

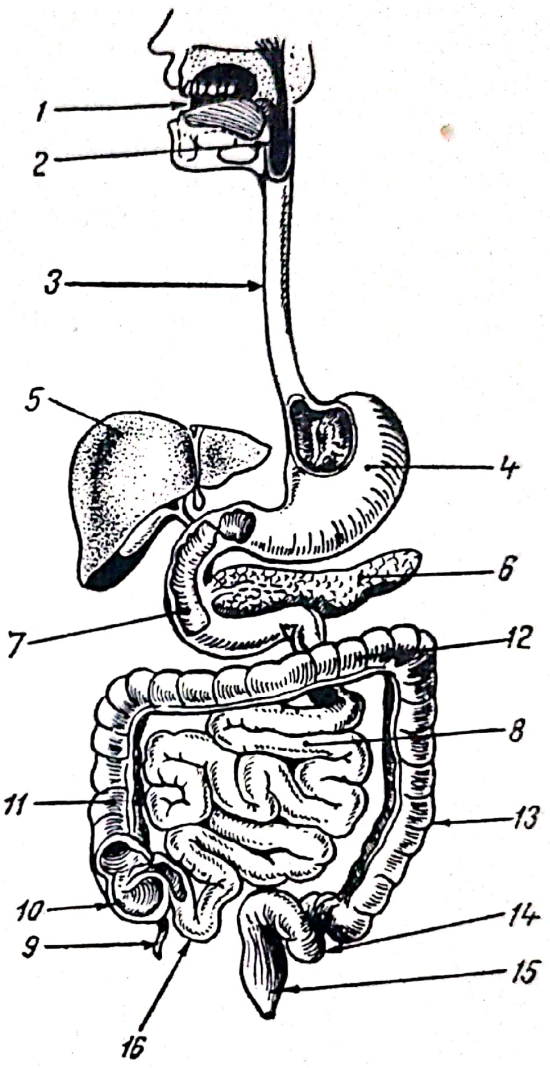


Fig. 42. Schema sistemului digestiv la om (din K. Tittel):

1 — gura; *2* — faringele; *3* — esofagul; *4* — stomacul; *5* — ficatul; *6* — pancreasul; *7* — duodenul; *8* — jejunul; *9* — apendicele; *10* — cecumul; *11* — colonul ascendent; *12* — colonul transvers; *13* — colonul descendent; *14* — ansa sigmoidă; *15* — rectumul; *16* — ileonul.

Scanned with OKEN Scanner

nazală prin bolta palatină secundară *(palatum)* formată din palatul tare *(palatum durum)* și palatul moale *(palatum molle)* care prezintă un văl palatin *(velum palatinum)* și un omușor *(uvula palatina)*. Bolta palatină formează plafonul gurii; mușchii milohiodieni încercuiți de arcul mandibular formează planșeul, obrajii formează pereții laterali, buzele formează peretele anterior (discontinuu), iar vălul palatin formează partea superioară a peretelui posterior. Gura este căptușită cu mucoasa bucală, formată dintr-un epiteliu pavimentos stratificat și un corion. În gură se găsesc dinții, limba și se deschid conductele glandelor salivare. Rezultatul digestiei bucale este bolul alimentar.

Dinții. Distingem trei feluri de dinți: incisivi, canini și măsele (premolari și molari). Omul are două dentiții succesive: una „de lapte" și alta „permanentă".

Dentiția de lapte, formată din 20 de elemente, prezintă următoarea formulă dentară $\frac{2}{2}i + \frac{1}{1}c + \frac{2}{2}pm = \frac{5}{5}m$

Dentiția definitivă este formată din 32 de elemente și prezintă următoarea formulă: $\frac{2}{2}i + \frac{1}{1}c + \frac{2}{2}pm + \frac{3}{3}m = \frac{8}{8}$.

Omul prezintă deci o dentiție *heterodontă* și *difiodontă*. Fiecare dinte prezintă trei părți: coroana *(corona dentis)*, rădăcina *(radix dentis)* înfiptă în alveolă și gîtul *(collum dentis)* (fig. 43). Fiecare dinte prezintă în interiorul său o cavitate *(cavum dentis)* umplută de pulpă dentară

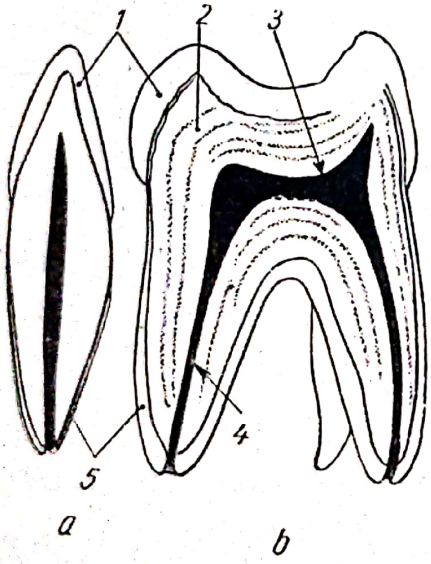


Fig. 43. Secțiuni longitudinale printr-un incisiv (*a*) și un molar uman (*b*) (după M. Weber, din Ihle):
1 — smalț; *2* — dentină; *3* — cavitatea pulpară; *4* — canalul radicular; *5* — cement.

(pulpa dentis). Această pulpă este formată din țesut conjunctiv în care pătrund prin orificiul din vîrful rădăcinii vase de sînge și nervi. Cavitatea dintelui este îngustă la omul actual (tipul cinodont). Ea este înconjurată de ivoriu sau dentină, constituit din 28% substanțe organice și 72% substanțe anorganice (fosfat și carbonat de calciu, fosfat de magneziu, urme de florură de calciu). În dreptul coroanei și gîtului, dentina este învelită de smalț (*email, substantia adamantina*), iar smal-

ţul la rîndul său de o cuticulă *(cuticula dentis)*. Smalţul este format din 3—5% substanţă organică (dentină) şi 95%—97% materie calcaroasă. În dreptul rădăcinii, ivoriul este acoperit de cement format din ţesut osos *(zement, substantia ossea)*. Legătura strînsă dintre alveolă şi dinte este asigurată de ligamentul alveolo-dentar sau membrana peridentară *(periodontium, periosteum alveolare)*.

Coroana incisivilor are formă de lamă, cea a caninilor de colţ, în timp ce coroana dinţilor jugali este tuberculară (tip neobunodont), premolarii avînd 2 tuberculi iar molarii, în mod obişnuit 4 (mai rar 3 sau 5). Rădăcina incisivilor, caninilor şi premolarilor este simplă, în timp ce molarii au sau 2 sau 3 rădăcini (3 la falca superioară, 2 la cea inferioară).

Limba este un organ musculos acoperit de o mucoasă ce îndeplineşte roluri multiple: în masticaţie, deglutiţie, articularea sunetelor, iar prin corpusculii săi senzitivi în recepţionarea excitaţiilor gustative, tactile.

Muşchii limbii pot fi împărţiţi în două categorii: *muşchii extrinseci* şi *muşchii intrinseci*. Muşchii extrinseci sînt: genioglosi, stiloglosi, hioglosi şi palatoglosi. Cea de-a doua categorie este reprezentată prin următoarele fascicule de muşchi: un fascicul cu fibre transversale şi două fascicule cu fibre longitudinale, unul superior şi altul inferior (fig. 44). Aceşti muşchi sînt inervaţi de nervul hipoglos.

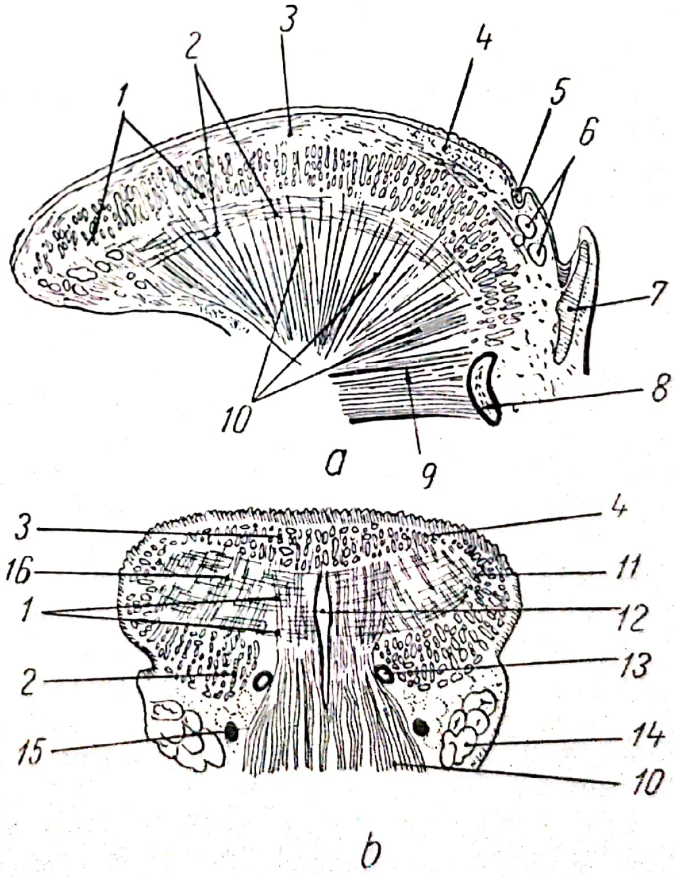


Fig. 44. Secţiune longitudinală (*a*) şi frontală (*b*) prin limbă (din Lîsenkov):
1 — muşchi transverşi; *2* — muşchi longitudinali inferiori; *3* — muşchi longitudinali superiori; *4* — mucoasa; *5* — foramen caecum; *6* — glandulele linguale; *7* — epiglota; *8* — osul hioid; *9* — muşchi geniohioidian; *10* — muşchi genioglos; *11* — muşchi stiloglos; *12* — septumul limbii; *13* — artera profundă a limbii; *14* — glanda sublinguală; *15* — nervul lingual; *16* — muşchi verticali.

Prin contracţia lor, muşchii extrinseci proiectează limba în afară sau o retrag în cavitatea bucală. Astfel, geniogloşii împing limba înainte, stilogloşii o trag înapoi şi în sus, hiogloşii o trag înapoi şi în jos, spre planşeul gurii, iar palatogloşii o trag înapoi şi în sus.

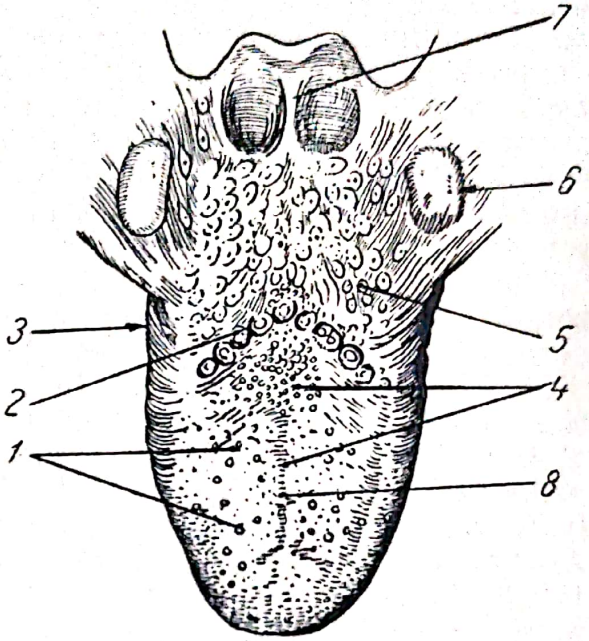


Fig. 45. Limba la om, văzută pe partea superioară (dorsală) (după K. Tittel): *1* — papile fungiforme; *2* — papile circumvalate; *3* — papile foliate; *4* — papile filiforme; *5* — amigdala limbii; *6* — amigdala palatină; *7* — epiglota ridicată; *8* — şanţul median al limbii.

Muşchii intrinseci îndoaie limba. Astfel, muşchii longitudinali superiori îndoaie vîrful limbii în sus, cei inferiori îl îndoaie în jos, iar muşchii transversali subţiază limba şi o rulează în formă de jgheab longitudinal, scoţîndu-i totodată vîrful în afară.

Întreaga musculatură a limbii este îmbrăcată de o mucoasă formată dintr-un epiteliu pluristratificat şi un corion. Pe suprafaţa superioară a limbii se găsesc numeroase proeminenţe mici, numite *papile linguale* (fig. 45). Se disting următoarele categorii de papile: caliciforme (circumvalate), fungiforme, filiforme şi foliacee. Papilele circumvalate sînt dispuse în două şiruri simetrice care se întîlnesc într-un unghi, formînd la nivelul treimii posterioare a limbii o figură cu aspectul literei *V*. Papilele fungiforme sînt situate în special pe marginile şi vîrful limbii. Papilele filiforme ocupă toată porţiunea dorsală a limbii, situată înaintea *V*-ului lingual. Papilele foliacee (sau foliate) se găsesc numai la partea posterioară şi marginală a limbii. Dintre aceste papile, cele circumvalate fungiforme şi foliate cuprind corpusculi gustativi, celelalte categorii cuprinzînd numai corpusculi tactili.

Limba este inervată de nervi efectori (hipoglos, nervi glandulari şi nervi vasculari), precum şi nervi senzitivi (glosofaringianul, pentru papilele gustative, un ram al vagului, ramul lingual al trigemenului, un ram senzitiv al facialului pentru sensibilitatea generală) (fig. 46).

Gura comunică cu faringele printr-o regiune strîmtă, numit *istmul bucofaringian*. Acesta este mărginit cranial de o răsfrîngere musculo-

conjunctivă, denumită *vălul palatului*, care poartă median o formațiune numită *uvulă* (omușor), iar pe laturi de *arcurile palatine*. Ele sînt cîte două de fiecare parte: arcul palatoglos și arcul faringoglos. Inferior, istmul este mărginit de limbă (fig. 47).

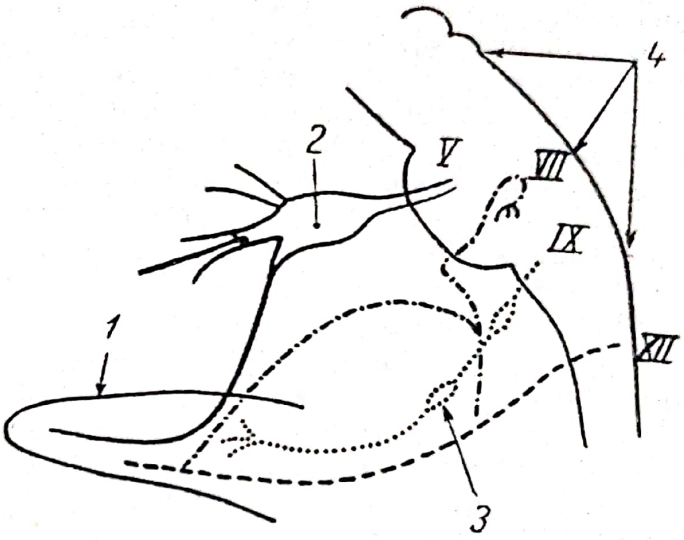


Fig. 46. Schema inervării limbii (din M. Pavlov):
1 — limba; *2* — ganglionul lui Gasser; *3* — ganglionul pietros; *4* — trunchiul cerebral; *V* — nervul trigemen; *VII* — nervul facial; *IX* — nervul glosofaringian; *XII* — nervul hipoglos.

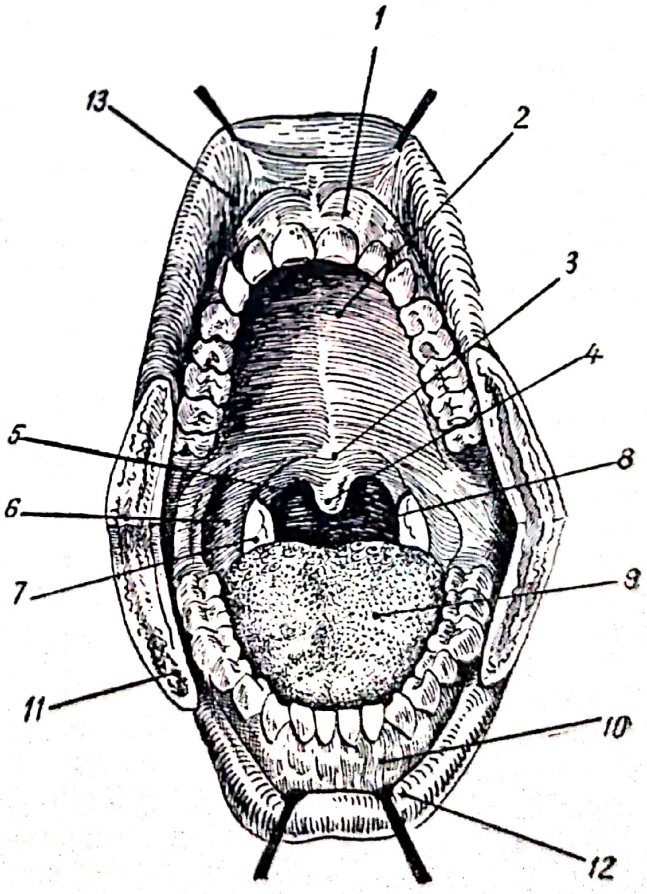


Fig. 47. Cavitatea bucală și istmul bucofaringian la om (din J. Crough):
1 — maxilarul superior; *2* — bolta palatină osoasă; *3* — vălul palatin; *4* — omușorul; *5* — arcul faringopalatin; *6* — arcul glosopalatin; *7* — amigdale palatine; *8* — istmul bucofaringian; *9* — limba; *10* — mandibula; *11* — buccinatorul secționat; *12* — buza inferioară; *13* — buza superioară.

Scanned with OKEN Scanner

În regiunea istmului bucofaringian s-au diferențiat o serie de organe limfoide — *amigdalele (tonsillae)*, care îl înconjură. Dat fiind că P i r o g o v, iar apoi W a l d a y e r, au atras atenția asupra acestui dispozitiv, ansamblul acestor organe limfoide poartă denumirea de *inelul lui Pirogov-Waldayer*. În constituirea sa intră: amigdalele palatine, amigdala lingual ă, amigdala faringiană precum și amigdalele tubare (situate în vecinătatea trompelor lui Eustache). Pe lîngă aceste amigdale mari există aici și acumulări mai mărunte de țesut limfoid. Toate aceste formațiuni limfoide sînt foarte dezvoltate la indivizii tineri.

Faringele *(pharynx)* este un conduct musculomembranos, lung de 10—12 cm, care comunică anterior cu gura, iar posterior, pe de o parte cu laringele, iar pe de alta cu esofagul. El comunică, de asemenea, cu fosele nazale prin coanele secundare și cu urechea medie prin trompa lui Eustache (fig. 48).

Din punct de vedere fiziologic, el este un conduct mixt, o adevărată răscruce de drumuri, lăsînd să treacă atît bolul alimentar către esofag, cît și aerul inspirat către laringe și trahee și invers. Aceste două acte, al înghițirii și al respirației, nu se petrec însă niciodată simultan. În momentul înghițirii, deschiderea laringelui în faringe este acoperită de un căpăcel, numit *epiglotă*, și totodată vălul palatului capătă o poziție orizontală acoperind coanele. Cînd înghițitura nu are loc, calea respiratorie devine liberă prin ridicarea epiglotei și prin lăsarea în jos a vălului palatului.

În constituirea pereților faringelui intră o mucoasă (formată dintr-un epiteliu pluristratificat și un corion) o aponevroză și apoi o musculoasă. Aponevroza este o lamă fibroasă care servește drept suprafață de inserție a mușchilor faringelui. Aceștia sînt reprezentați prin două categorii de mușchi: *mușchii constrictori* ai faringelui cu fibre circulare și *mușchii ridicători* ai faringelui cu fibre longitudinale (aceștia din urmă sînt mușchi extrinseci ai faringelui).

Esofagul *(oesophagus)* este un conduct longitudinal, aproape vertical, de 20—25 cm, destinat să transmită alimentele de la faringe la stomac. El este posterior față de trahee și anterior față de coloana vertebrală. În drumul său, esofagul traversează diafragmul și se deschide în stomac.

Pereții esofagului sînt constituiți din 4 tunici: o mucoasă, o submucoasă, o musculoasă și o adventice. Mucoasa esofagiană (prezentînd cute longitudinale nepermanente) cuprinde un epiteliu pavimentos stratificat (bogat în glande mucoase), un corion și o musculoasă a mucoasei. Submucoasa este formată din țesut conjunctiv lax. Musculoasa esofagului este constituită în treimea superioară din fibre striate, iar în rest, din fibre netede dispuse în două planuri: unul interior, circular, și altul extern, longitudinal. Adventicea formată dintr-un țesut conjunctiv lax leagă peretele esofagului de organele vecine (fig. 49).

Stomacul *(ventriculus gaster)*. Stomacul are forma unui cimpoi lung de 25 cm și orientat pe viu și în repaus aproape vertical. El prezintă

Scanned with OKEN Scanner

două curburi: *mica curbură (curvatura ventriculi minor)* la dreapta și *marea curbură (curvatura ventriculi major)* la stînga. Partea cea mai proeminentă a acestei curburi formează *fundul stomacului (fundus ven-*

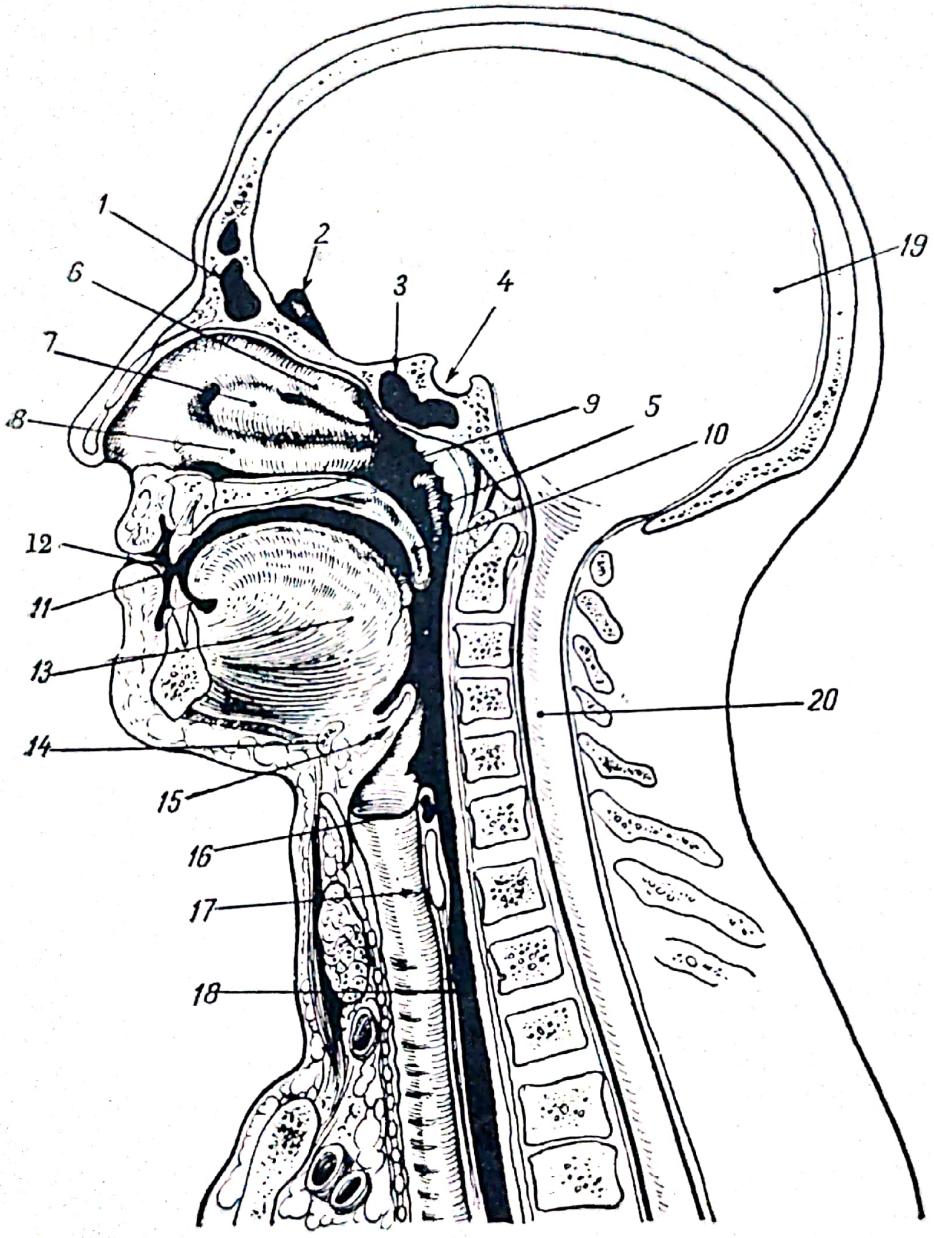


Fig. 48. Secțiune sagitală prin cap și gît, arătînd legăturile faringelui (din C r o u g h):

1 — sinusul frontal; *2* — crista galli; *3* — sinusul sfenoidal; *4* — șaua turcică; *5* — cavitatea faringiană; *6* — cornetul superior; *7* — cornetul mijlociu; *8* — cornetul inferior; *9* — bolta palatină osoasă; *10* — vălul palatin; *11* — vestibulul cavității bucale; *12* — cavitatea bucală; *13* — limba; *14* — osul hioid; *15* — epiglota; *16* — laringele; *17* — traheea; *18* — esofagul *19* — cavitatea craniană; *20* — canalul rahidian.

Scanned with OKEN Scanner

triculi). Stomacul comunică cu esofagul printr-un orificiu numit *cardia* şi cu duodenul printr-un orificiu numit *pilor (pylorus)* prevăzut cu o valvulă *(valvula pylori)* (fig. 50).

Pereţii stomacului sînt constituiţi din 4 tunici: o *mucoasă*, o *submucoasă*, o *musculoasă* şi o *seroasă*.

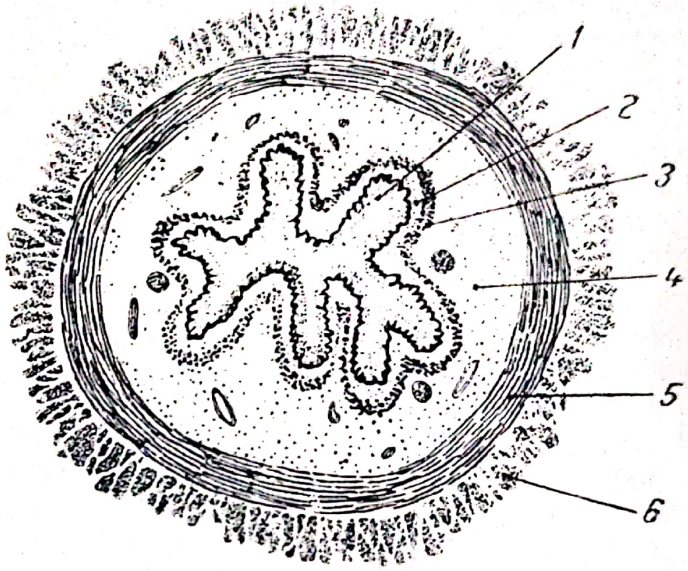


Fig. 49. Secţiune transversală prin esofag (din Drăgoiu):
1 — epiteliu pluristratificat; *2* — corion; *3* — musculoasa mucoasei; *4* — submucoasa; *5* — muşchi circulari; *6* — muşchi longitudinali.

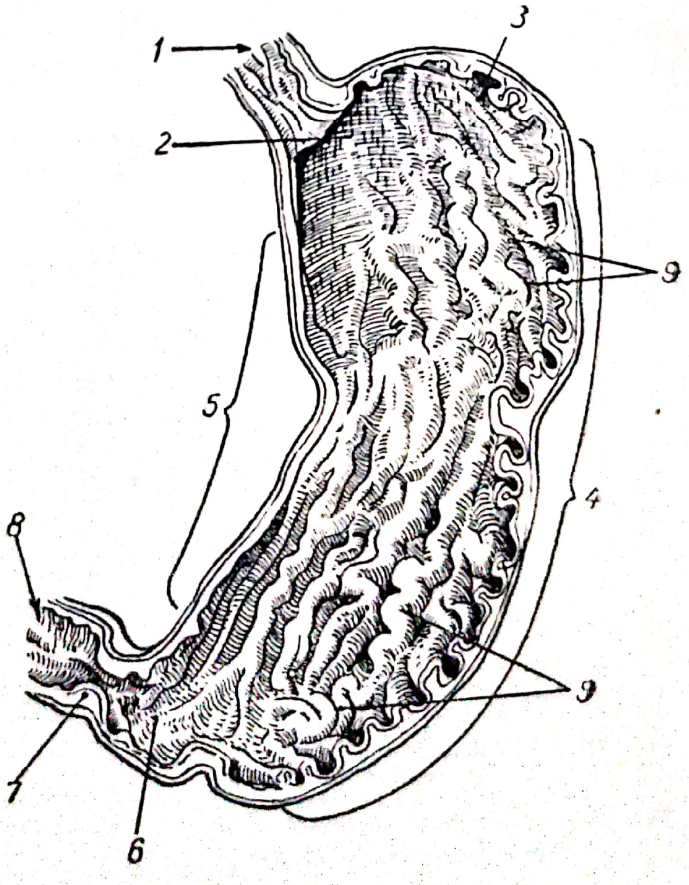


Fig. 50. Stomacul la om (din K. Tittel):
1 — esofagul; *2* — cardia; *3* — partea fundică; *4* — marea curbură; *5* — mica curbură; *6* — partea pilorică; *7* — sfincterul pilloric; *8* — duodenul; *9* — pliuri (nepermanente).

Mucoasa stomacului, examinată cu ochiul liber, la un stomac neumplut, poate prezenta pe suprafața ei pliuri mari, nepermanente, paralele, sinuoase, care merg de la cardia la pilor. Ele dispar cînd stomacul este umplut. În constituția microscopică a mucoasei găsim un epiteliu simplu, cilindric, un corion și o musculoasă a mucoasei (fig. 51).

Celulele epiteliului gastric sînt celule mucoase de un tip particular, care fabrică un mucus alcalin, eliminat în mod lent și continuu.

În mucoasă se găsesc *glandele stomacale*. Ele sînt de trei tipuri: *fundice*, *cardiale* și *pilorice*.

Glandele fundice sînt de tip tubular simplu, avînd pereții formați din două tipuri de celule: *celule principale* (adelomorfe) care secretă propepsina și *celule marginale* (delomorfe) care secretă o clorură a unei baze organice ce se transformă în acid clorhidric atunci cînd părăsește glanda, asigurînd aciditatea mediului stomacal, necesară activității pepsinei (fig. 52).

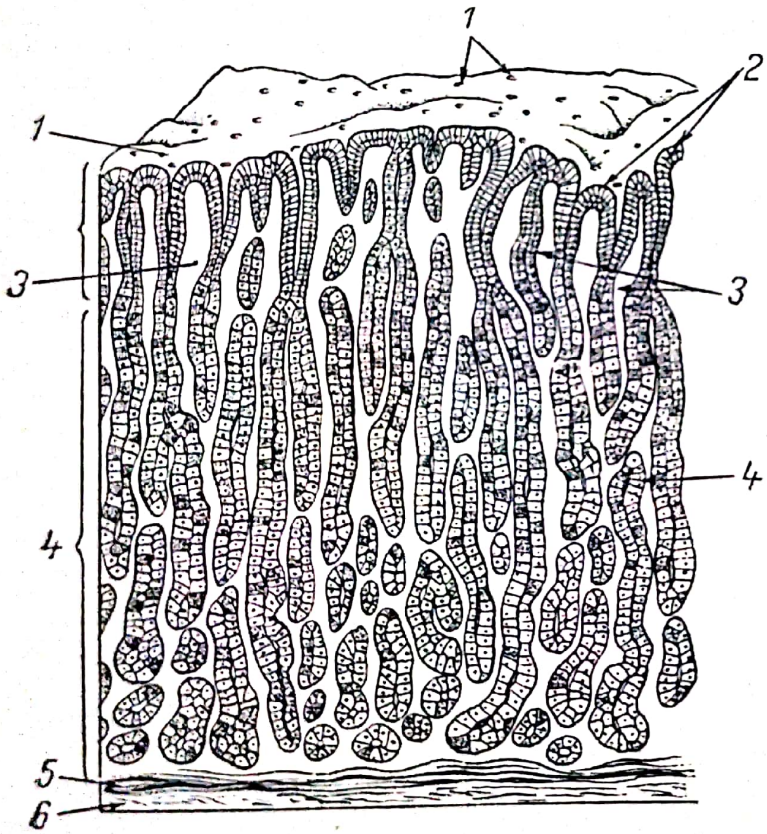


Fig. 51. Structura mucoasei stomacale (după Stöhr, din Drăgoiu):
1 — criptele stomacale; *2* — epiteliul stomacal; *3* — corionul; *4* — glandele fundice; *5* — musculoasa mucoasei; *6* — submucoasa.

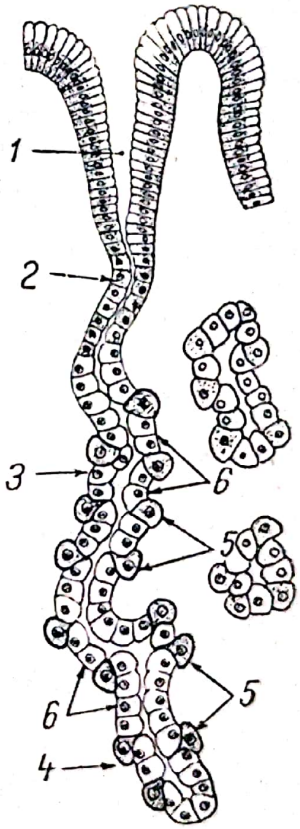


Fig. 52. Structura unei glande fundice (din Drăgoiu):
1 — infundibul; *2* — gîtul glandei; *3* — corpul glandei; *4* — fundul glandei; *5* — celule marginale (delomorfe); *6* — celule principale (adelomorfe).

Glandele cardiale și pilorice sînt, de asemenea, glande- tubulare simple ce secretă mucus, pepsină, o lipază gastrică, iar la sugaci și o presură sau labferment.

Musculoasa stomacului este puternic dezvoltată. Ea este formată din trei straturi de fibre musculare: un strat intern oblic, un strat mijlociu circular și un strat extern longitudinal. Seroasa este formată dintr-un țesut conjunctiv elastic lax, acoperit cu un epiteliu endoteliform, care reprezintă *splanchnopleura.*

Intestinul subțire *(intestinum tenue)* are o lungime de 7—9 m și un diametru de 3—4 cm. El prezintă trei regiuni: *duodenul (intestinum duodenum),* lung de circa 25 cm, *jejunul (intestinum jejunum)* și *ileonul (intestinum ileum).* Jejunul și ileonul formează la un loc *jejuno-ileonul (intestin tenue mesosteniale* sau *jejuno ileum)* lung, în medie, de 6,50 m. Acesta formează anse intestinale (v. fig. 42).

Duodenul se întinde de la pilor pînă la punctul unde intestinul este învelit de mezenter și devine flotant. Duodenul poate fi deci definit ca porțiunea *fixă* a intestinului subțire. Forma sa generală este a literei *U,* prezentînd o regiune superioară, o regiune descendentă și o regiune inferioară. În regiunea descendentă există o ridicătură, numită *papila lui Vater,* unde se deschid conductele ficatului și pancreasului (fig. 53).

Jejuno-ileonul reprezintă porțiunea flotantă a intestinului subțire, care păstrează însă o topografie generală constantă, determinată în special de un repliu al peritoneului numit *mezenter,* de care el este atașat. Prezentînd o lungime care variază între 6—9 m (în medie 6,50 m), jejuno-ileonul este cuprins între duoden și intestinul gros. Ileonul nu se deschide la capătul intestinului gros, ci pe partea medială a acestuia, sub această deschidere rămănînd un fund de sac scurt, denumit *cecum (coecum);* valvula care delimitează această deschidere este numită *valvula ileocecală.* Comunicarea între intestinul subțire și cel gros se află în partea dreaptă și inferioară a abdomenului.

Pereții intestinului subțire prezintă aceeași structură fundamentală în tot lungul lor, fiind formați din 4 tunici: *mucoasa, submucoasa, musculoasa* și *seroasa.*

În constituția mucoasei intră un epiteliu, un corion și o musculoasă a mucoasei. Epiteliul este unistratificat și prezintă următoarele categorii de celule: *celule cu platou striat* care asigură absorbția substanțelor nutritive, celule caliciforme care secretă mucusul de protecție a epiteliului împotriva acțiunii de digerare a enzimelor și așa-numitele *celule cromafine.* În corionul format dintr-un țesut conjunctiv dens se găsesc noduli limfoizi izolați sau aglomerări de noduli, cunoscute sub numele de *plăcile lui Payer.*

Mucoasa intestinului subțire prezintă ridicături transversale, numite *valvule conivente (plicae circulares),* în număr de aproximativ 1 000, la 1 cm depărtare una de alta, și înalte pînă la 8 mm. Atît pe valvulele conivente, cît și în intervalul dintre ele, mucoasa intestinului subțire formează *vilozități (villi intestinales)* înalte de 0,5—1,5 mm și în număr

Scanned with OKEN Scanner

de circa 4 000 000. Vilozităţile au forma unor degete şi sînt în continuă mişcare. Ele prezintă la exterior un epiteliu alcătuit din celule cu platou striat. Centrul vilozităţii este ocupat de un ţesut conjunctiv lax în care se găseşte o arteriolă ce dă naştere unei reţele capilare care se pune în legătură cu o venulă. Axa vilozităţii este ocupată de un vas chilifer

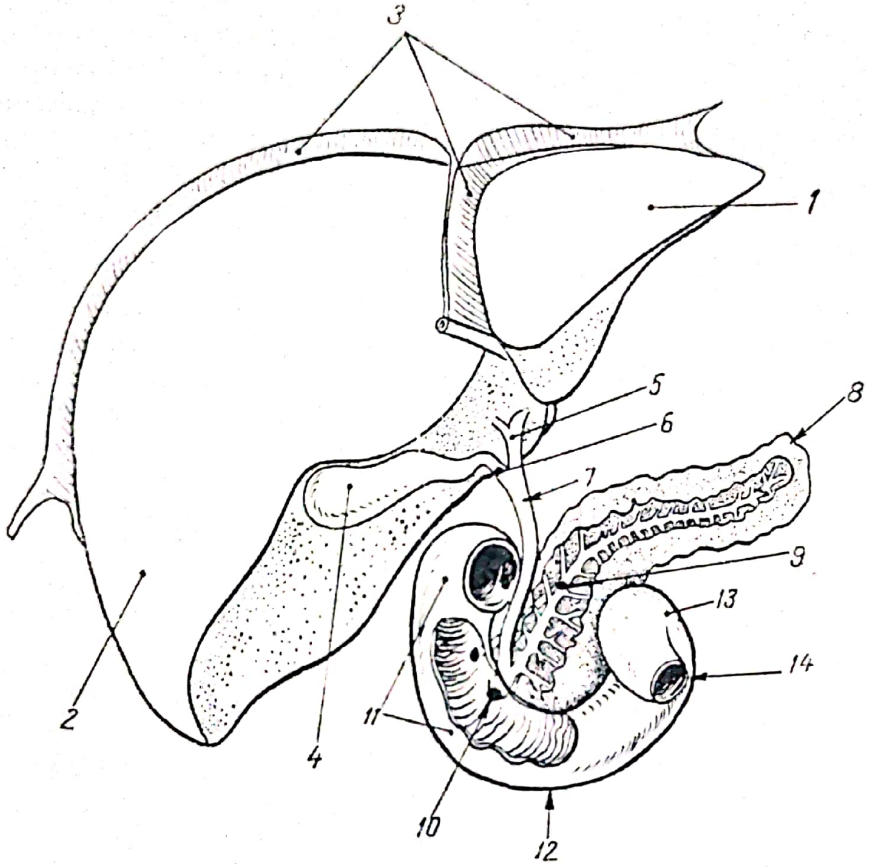
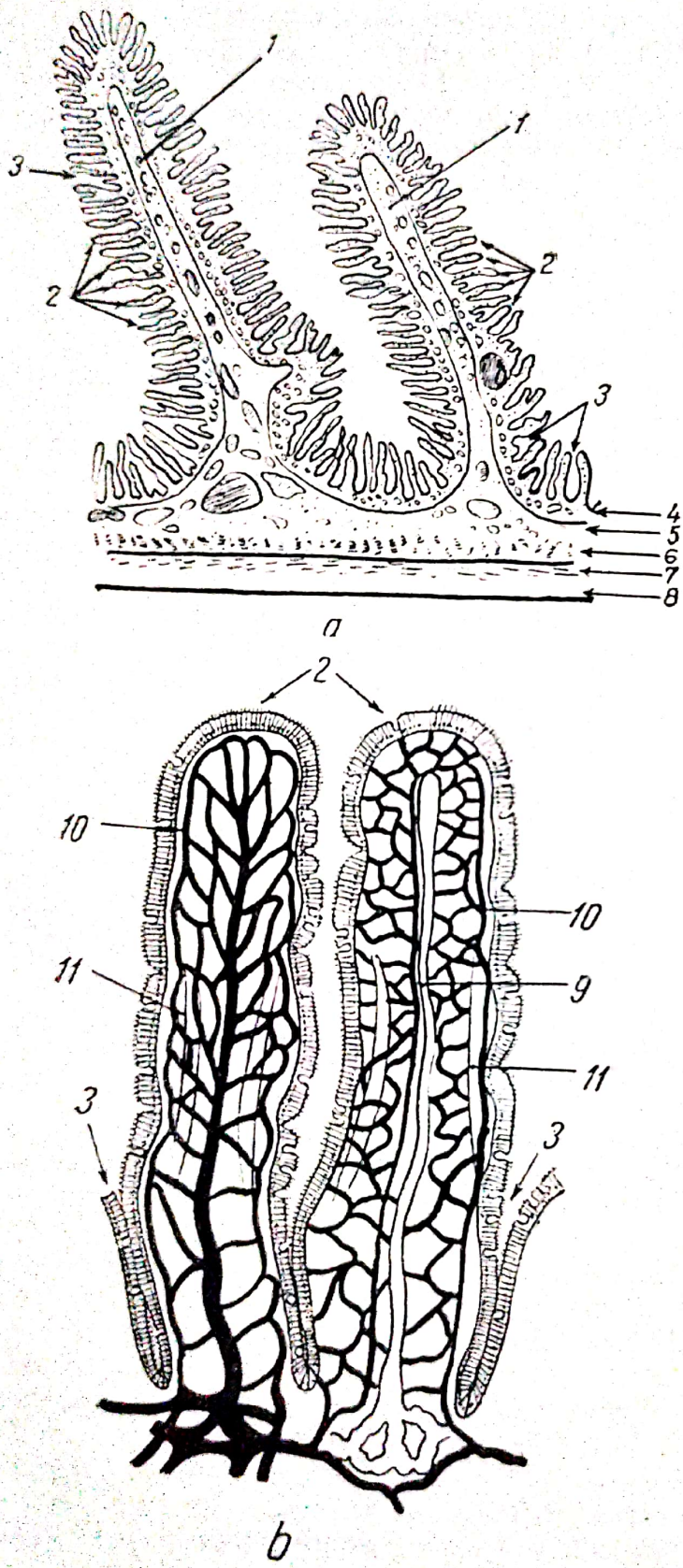


Fig. 53. Duodenul, ficatul cu conductele evacuatoare, pancreasul şi canalele pancreatice la om (din Tonkov):

1 — lobul stîng al ficatului; *2* — lobul drept al ficatului; *3* — ligamente; *4* — vezica biliară; *5* — canalul hepatic; *6* — canalul cistic; *7* — canalul coledoc; *8* — pancreasul; *9* — canalul pancreatic; *10* — papila mare; *11* — duodenul: porţiunea descendentă superioară; *12* — duodenul: porţiunea orizontală; *13* — duodenul: porţiunea descendentă inferioară; *14* — jejunul.

ce are legături cu reţeaua limfatică a corionului. Stroma conjunctivă a fiecărei vilozităţi prezintă fascicule musculare netede (muşchii lui Brücke) care asigură mobilitatea vilozităţilor (fig. 54).

Din invaginarea epiteliului mucoasei intestinale iau naştere două feluri de glande: *glandele lui Galeatti-Lieberkühn* şi *glandele lui Brunner*. Glandele lui Lieberkühn sînt în formă de tuburi drepte care se deschid la baza vilozităţilor. Peretele glandular este constituit dintr-un epiteliu simplu ce prezintă celule analoge cu cele din epiteliul intestinal: *celule cu platou striat*, *celule caliciforme* şi *celule cromoargentafine*. În afară



de aceste celule mai există și *celulele lui Paneth*, specifice numai glandelor lui Lieberkühn din segmentul mijlociu al intestinului. Glandele lui Brunner sînt localizate numai în duoden. Ele sînt de tip tubuloalveolar, foarte ramificate și se deschid la baza vilozităților sau în fundul glandelor lui Lieberkühn.

Glandele intestinale secretă numeroși fermenți: amilaza, maltaza, lipaza, peptidaza, nucleaza, invertaza, lactaza și nucleotidaza. Grație acțiunii acestor fermenți aflați în sucul intestinal, acțiunii fermenților din sucul pancreatic, precum și grație acțiunii fierei, digestia alimentelor începută în cavitatea bucală și continuată în stomac este perfectată în intestinul subțire prin transformarea substanțelor alimentare cu moleculă mare în substanțe absorbabile și asimilabile. *Chimul* venit din stomac este astfel transformat în *chil*.

Fig. 54.

a — structura pereților intestinului subțire (din Crough);
b — structura vilozităților intestinale:
1 — valvulă conivență; *2* — vilozități intestinale: *3* — glanda lui Lieberkühn; *4* — mucoasa; *5* — submucoasa; *6* — musculatura circulară; *7* — musculatura longitudinală; *8* — seroasa; *9* — vasul chilifer; *10* — rețeaua capilară sanguină; *11* — mușchii lui Brücke.

Scanned with OKEN Scanner

Între mucoasă și tunica musculară se află *submucoasa*, formată din țesut conjunctiv lax. Ea intră împreună cu mucoasa în constituția valvulelor conivente.

Musculoasa, mai puțin puternică decît cea stomacală, cuprinde două pături de fibre netede: un plan intern cu fibre circulare și unul extern cu fibre longitudinale. Unele cercetări mai noi par a arăta că stratul intern ar fi format din fibre spirale și nu circulare, iar stratul extern din fibre oblice. Acțiunea musculaturii intestinale asigură peristaltismul intestinului subțire.

Seroasa intestinului subțire are aceeași constituție ca seroasa stomacală.

În grosimea pereților intestinali, ca și în aceea a pereților stomacali, se află trei plexusuri simpatice: *plexusul lui Meissner, plexusul lui Auerbach* și *plexusul lui Vorobiov*.

Intestinul gros *(intestinum crassum)*. Intestinul subțire se deschide pe peretele lateral al intestinului gros, astfel încît sub această deschidere rămîne o porțiune din intestinul gros, terminată în fund de sac, denumită *cecum (intestinum coecum)* (fig. 55). La comunicarea între intestinul subțire și cel gros se află *valvula ileocecală*. Ea permite intrarea substanțelor în intestinul gros, dar nu și invers. La capătul cecumului se află *apendicele vermicular (processus vermiformis)* a cărui prezență constituie o caracteristică a omului și a maimuțelor antropomorfe, în timp ce la lemurieni cecumul are forma unei mîneci lungi ce se îngustează la capătul distal, terminîndu-se cu o excrescență care seamănă cu apendicele. Această situație se întîlnește la embrionul uman, unde apendicele formează un tot împreună cu cecumul. Ulterior însă, această regiune crește mult mai încet decît restul cecumului, transformîndu-se într-un apendice îngust (0,4—1 cm lărgime), dar de o lungime foarte variabilă (7—20 cm). De asemenea, inițial (la noul născut) punctul său de plecare este situat chiar la extremitatea cecumului, dar din cauza creșterii mai intense a peretelui acestuia din urmă el urcă aparent tot mai mult pe peretele medial al cecumului, deschizîndu-se în cele din urmă la 2—3 cm dedesubtul orificiului ileocecal.

Dacă porțiunea situată sub orificiul ileocecal constituie intestinul cecal, porțiunea care începe deasupra acestuia poartă numele de *colon (intestinum colon)* (v. fig. 42). Distingem un *colon ascendent (colon ascendens)*, un colon transvers *(colon transversum)*, un *colon descendent (colon descendens)* și un *colon sigmoid* sau *ansa sigmoidă (colon sigmoidea)* care se continuă cu rectumul.

Colonul ascendent se află situat în partea dreaptă a abdomenului, cel transvers în partea superioară a acestuia, cel descendent precum și ansa sigmoidă în partea sa stîngă. Ansa sigmoidă se deschide în rectum, situat în cavitatea *micului bazin* (rectumul pelvian) și în *perineu* (rectumul perineal sau canalul anal). El nu este absolut rectiliniu, prezentînd două mici curburi. Partea pelviană a rectumului este mai largă decît colonul, formînd o *ampulă* (ampula rectală) care se continuă cu

Scanned with OKEN Scanner

canalul anal, îngustat, situat în perineu și deschizîndu-se la exterior prin anus.

Lungimea intestinului gros este de aproximativ 1,50 m. În constituția sa intră aceleași tunici ca și la intestinul subțire: *mucoasă*, *submucoasă*, *musculoasă*, *seroasă*. Mucoasa nu prezintă aici nici valvule conivente

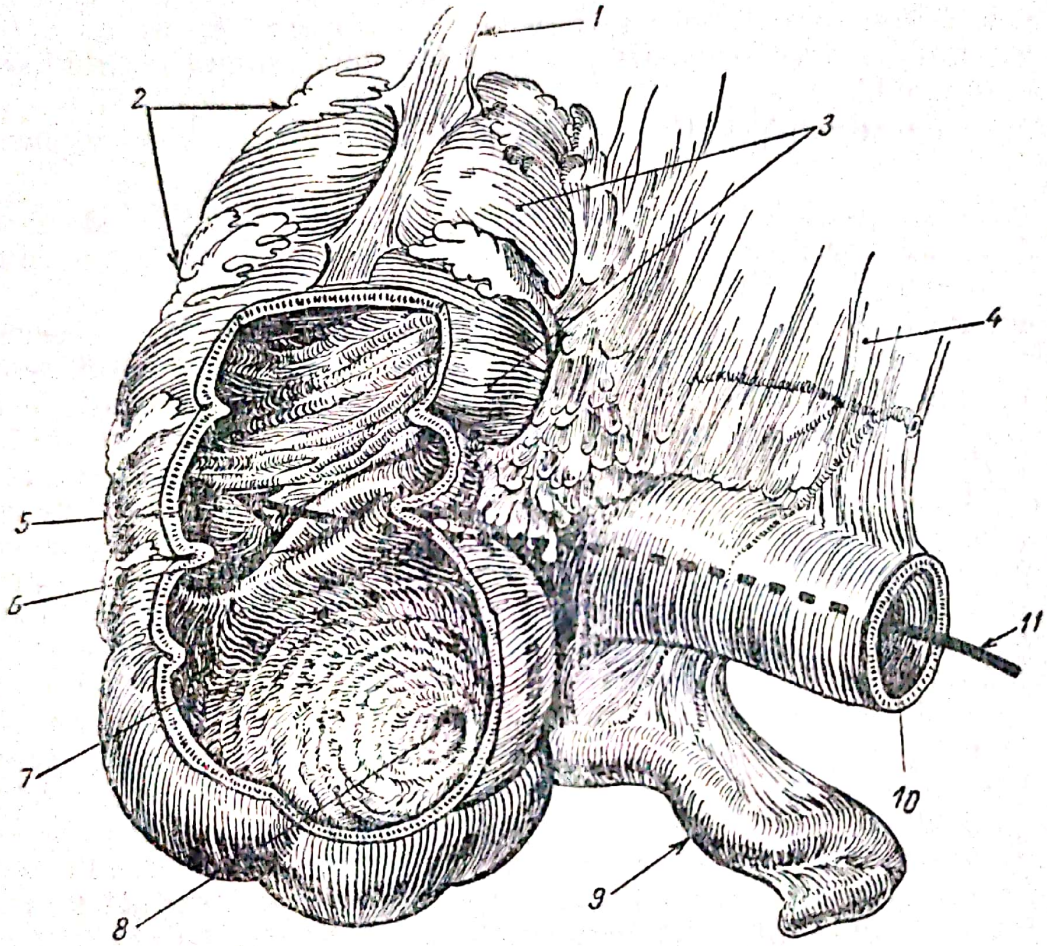


Fig. 55. Regiunea ileocecală (din J. Crough):
1 — taenia colonului; *2* — apendici epiploici; *3* — haustre; *4* — mezenter; *5* — colonul ascendent; *6* — valvula ileocecală; *7* — cecumul; *8* — orificiul apendicelui; *9* — apendicele; *10* — ileon; *11* — sondă, arătînd deschiderea ileonului în colon.

și nici vilozități, dar sînt prezente glande ale lui Lieberkühn (mai lungi decît în intestinul subțire) și foliculi limfatici solitari (negrupați sub formă de plăci). Epiteliul mucoasei (afară de canalul anal) cuprinde celule cu platou striat și celule caliciforme. Dacă submucoasa și seroasa prezintă aceleași caracteristici ca și la intestinul subțire, musculoasa prezintă particularități, în special la nivelul păturii musculare longitudinale care se grupează aici în 3 benzi *(taeniae)*. Aceste benzi fiind mai scurte decît intestinul gros, încrețesc pereții săi, formînd constricții, denumite *plici semilunare* precum și dilatări, numite *haustre*. În colonul

sigmoid, musculatura longitudinală se grupează numai în două benzi (una anterioară, alta posterioară) pentru a forma la nivelul rectumului un înveliș continuu. Pe suprafața intestinului gros se observă aglomerări grase, în formă de ciucuri, denumite apendici sau *ciucuri epiploici*. În partea ampulară a rectumului se întîlnesc unele dispoziții speciale: *pliuri longitudinale*, constituite numai din mucoasă (fiind astfel formațiuni nepermanente), precum și *pliuri transversale*, denumite *valvule rectale* sau *ale lui Houston*, în a căror constituție intră, pe lîngă mucoasă și submucoasă, și fibre musculare circulare. Ele sînt în realitate pseudovalvule, dat fiind că nu contribuie la dirijarea materiilor fecale.

În partea inferioară a rectumului se găsesc cîteva slabe proeminențe longitudinale, numite *coloanele rectale ale lui Morgagni*, care se lărgesc la partea lor inferioară. Țesutul conjunctiv al acestor coloane este foarte bogat în vase sanguine, a căror inflamare provoacă hemoroizii. Jgheaburile dintre ele prezintă la partea lor inferioară formațiuni valvulare, în formă de „cuib de rîndunică" (întrucîtva asemănătoare cu valvulele sigmoide), denumite *valvulele rectale semilunare* sau *ale lui Morgagni*. Marginea liberă a acestor valvule formează *linia anorectală*, de delimitare a rectumului pelvian față de rectumul perineal (canal anal). La nivelul ei, epiteliul unistratificat al rectumului se continuă cu un epiteliu pluristratificat care se continuă cu epiderma pluristratificată a pielei, în dreptul liniei de tranziție anocutanată. În această zonă se găsesc peri, glande sebacee voluminoase și glande sudoripare.

Tunica musculară circulară constituie în jurul anusului un sfincter anal intern, format din fibre netede. La această musculatură involuntară se mai adaugă un sfincter anal extern, cu fibre striate (de origine perineală), precum și un mușchi ridicător al anusului, format din fibre longitudinale striate.

Glandele anexe ale tubului digestiv sînt: *glandele salivare, ficatul* și *pancreasul*.

Glandele salivare se împart în două categorii: glandele salivare mici sau *glandule* incluse în mucoasa bucală (labiale, linguale, bucale, molare, palatine) și glandele salivare mari sau *propriu-zise*, așa de puternic dezvoltate încît sînt dispuse în grosimea pereților cavității bucale, reprezentînd adevărate organe anexe ale tubului digestiv.

— *Glandele salivare propriu-zise* au toate o structură tubulo-acinoasă (fig. 56). După natura produsului secretat, ele sînt de trei tipuri: seroase, mucoase și seromucoase (sau mixte). Ele sînt următoarele: glandele parotide, glandele submaxilare, glandele sublinguale (toate perechi) (fig. 57).

P a r o t i d a *(glandula parotis)* este situată în apropierea conductului auditiv extern (de unde îi provine și numele). Ea secretă o salivă de tip seros, diluată, fără mucină, dar conținînd fermenți. Produsul său de secreție este eliminat prin canalul lui Stenon *(ductus parotidicus)*, lung de 15—40 mm, cu un diametru de 3 mm. El se deschide în vestibulul gurii printr-un orificiu situat puțin înaintea coletului celui de-al doilea molar superior.

Scanned with OKEN Scanner

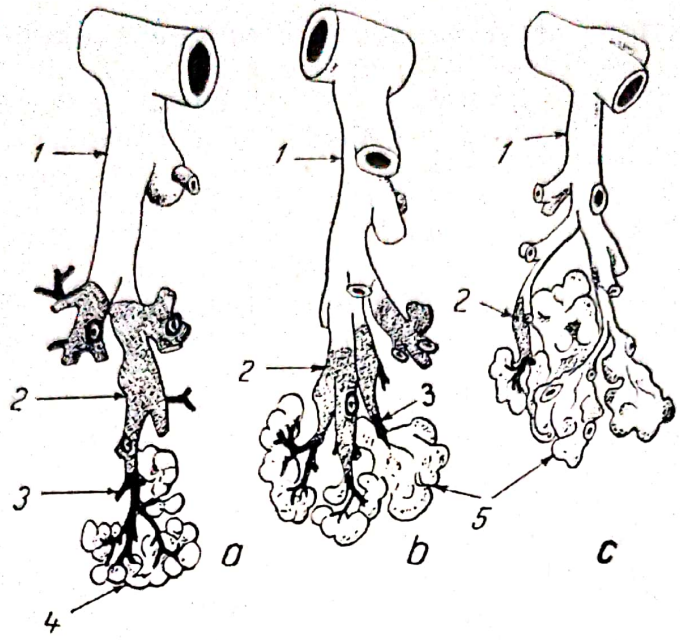


Fig. 56. Structura glandelor salivare la om (din Drăgoiu):

a — parotida; *b* — submaxilara; *c* — sublinguala: *1* — canalul excretor; *2* — canalul secretor; *3* — pasajul lui Boll; *4* — acin; *5* — tubuloacin.

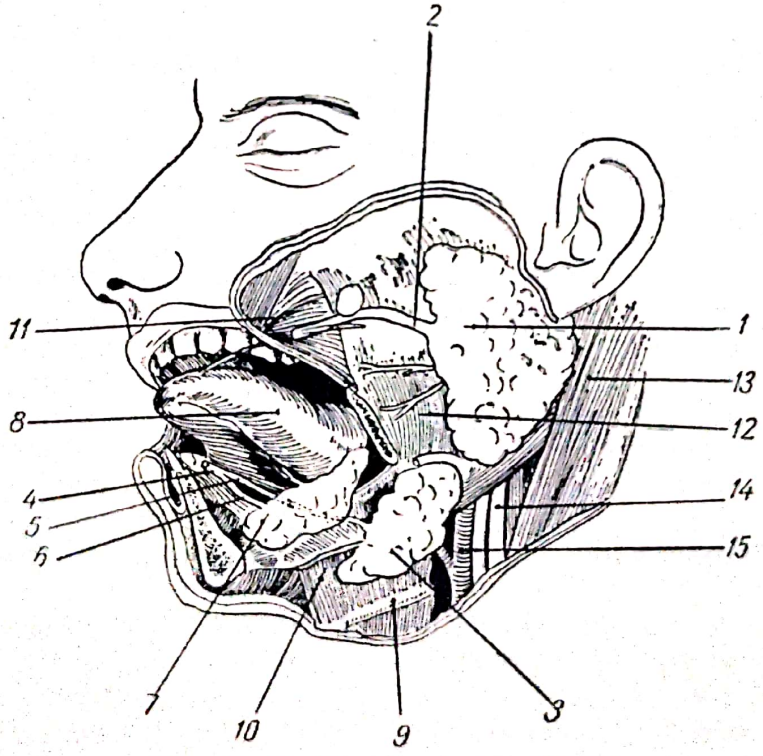


Fig. 57. Poziția glandelor salivare (din Lîsenkov):

1 — glanda parotidă; *2* — canalul glandei; *3* — glanda submandibulară; *4* — caruncula sublinguală; *5* și *6* — canale ale glandei sublinguale; *7* — glanda sublinguală; *8* — limba; *9* — osul hioid; *10* — mușchiul milohioidian; *11* — mușchiul buccinator; *12* — mușchiul maseter; *13* — mușchiul sternocleidomastoidian; *14* — vena jugulară; *15* — carotida externă.

Scanned with OKEN Scanner

Submaxilara sau submandibulara *(glandula submandibularis)* este așezată în planșeul cavității bucale aproape de unghiul mandibulei. Este o glandă mixtă, formată din acini pur seroși, acini pur mucoși și acini micști (prezentînd semilunile lui Gianuzzi). Acinii seroși predomină. Produsul său de secreție conținînd fermenți și mucină este eliminat prin *canalul Warthon (ductus submandibularis)*, lung de 40—50 mm, cu un diametru de 2—5 mm și care se deschide pe laturile „frîului" limbii *(plica sublingualis)*.

Sublinguala *(glandula sublingualis)* este o glandă mixtă care secretă o salivă cu o compoziție intermediară între aceea a glandelor precedente. Structura sa fundamentală este aproape aceeași ca și a submaxilarei. Aici însă acinii mucoși predomină. Masa glandulară sublinguală se compune din mai multe glande: una principală și altele accesorii. Glanda principală își varsă produsul prin *canalul lui Rivinus* sau *canalul lui Bertholin (ductus sublingualis major)*. Acesta se lipește de fața laterală a canalului lui Warthon și se deschide pe planșeul gurii, puțin în afara deschiderii canalului Warthon. Produsul glandelor accesorii se varsă în *canalele lui Walther (ductus sublinguales minores)*, în număr de 41, care se deschid pe planșeul bucal în dreptul sau puțin înăuntrul deschiderii canalului lui Rivinus.

Aceste trei perechi de glande salivare mari secretă aproximativ 1 litru de salivă în 24 de ore. Fermentul salivei este amilaza, a cărei acțiune începe digestia chimică a substanțelor făinoase.

Ficatul (hepar) cîntărește la adult 1 400—1 500 g. În raport cu greutatea totală a corpului, greutatea sa este egală cu 1/33 la adult, la copilul nou-născut acest raport fiind însă egal cu 1/20. În cursul vieții fetale, raportul ficat/corp este mult mai mare, dar scade, după cum reiese din fracțiile următoare: 1/1 la embrionul de o lună, 1/3 la embrionul de 3 luni, 1/10 la fătul de 5 luni, 1/18 la fătul de 8 luni.

Așezat sub diafragm, ficatul posedă două învelișuri: *peritoniul* și un înveliș propriu, fibros, *capsula lui Glisson*. Fața sa superioară este împărțită în două părți neegale de către un *ligament peritoneal* (ligamentul falciform). Partea dreaptă sau lobul drept este mult mai voluminoasă decît cea stîngă sau lobul stîng. Fața sa inferioară (fig. 58) prezintă două șanțuri parasagitale și un șanț transversal care o împart în 4 lobi: un *lob drept (lobus hepatis dexter)*; un *lob stîng (lobus hepatis sinister)*; un *lob pătrat (lobus hepatis quadratus)* și un *lob caudal* sau *al lui Spiegel (lobus hepatis caudatus)*. Partea anterioară a șanțului parasagital drept adăpostește vezicula biliară. La nivelul șanțului transversal pătrund în ficat vase sanguine și nervi și iese canalul hepatic. Iată de ce acest șanț formează *hilul* sau poarta ficatului.

Lobii ficatului sînt formați din *lobuli* (fig. 59). Lobulii au forma unor prisme hexagonale și sînt mai mult sau mai puțin individualizați. La porc, urs, cămilă, fiecare lobul este înconjurat de o teacă conjunctivă. La celelalte mamifere și în special la om, individualitatea lobulilor nu-i indicată decît prin prezența la unghiurile lor a unor spații conjunc-

Scanned with OKEN Scanner

tivo-vasculare, *spațiile porte* sau *ale lui Kiernan*. În aceste spații se găsesc ramuri ale venei porte, ale arterei hepatice, ale vaselor limfatice, nervi și canale biliare.

În centrul fiecărui lobul se întîlnește o *venă centrolobulară*, în care se varsă capilare sinusoide rezultate din ramificațiile intralobulare ale

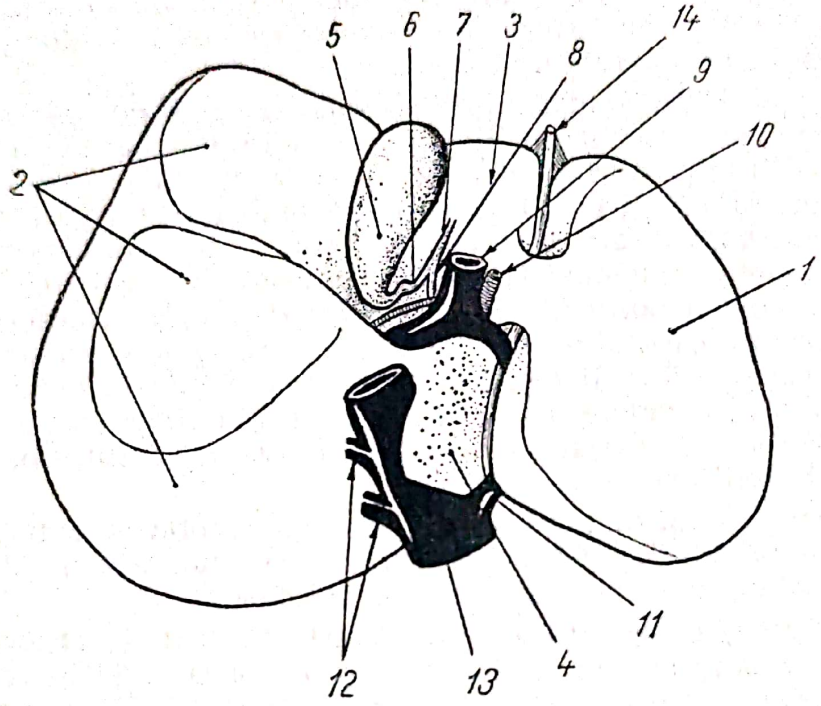


Fig. 58. Ficatul la om, văzut pe fața inferioară (din T e s t u t):
1 — lobul stîng; *2* — lobul drept; *3* — lobul pătrat; *4* — lobul lui Spiegel; *5* — vezica biliară; *6* — canalul cistic; *7* — canalul coledoc; *8* — canalul hepatic; *9* — vena portă; *10* — artera hepatică; *11* — vena hepatică stîngă; *12* — venele hepatice drepte; *13* — vena cavă inferioară; *14* — ligamentul rotund.

arterelor hepatice și ale venelor porte din spațiile lui Kiernan. În pereții acestor capilare se găsesc celule speciale, numite *celulele lui Kupffer*, înzestrate cu rol fagocitar și aparținînd astfel sistemului reticulo-histiocitar (S.R.H.). Venele centrolobulare ieșind din lobuli se varsă unele în altele și dau naștere pînă la urmă *venelor suprahepatice*, care părăsesc ficatul și se deschid în vena cavă inferioară (sau codală).

Locurile rămase printre capilare sînt umplute cu celule hepatice, care radiază de la vena centrolobulară spre periferie sub formă de *cordoane* (cordoanele lui Remak) și se prezintă, în secțiuni transversale prin lobul, ca spițele unei roți. Între cordoanele de celule hepatice se găsesc *canalicule biliare* intralobulare, fără pereți proprii, rezultate din alipirea a două jgheaburi săpate în pereții celulelor care stau față în față. Prin aceste canalicule, bila se varsă în *canale biliare* cu pereți proprii din jurul loburilor (canalele *perilobulare)* și din spațiile lui Kiernan (canale biliare *interlobulare).*

Scanned with OKEN Scanner

Ficatul elaborează *bila (bilis)* care se varsă în *căile biliare*. Acestea prezintă două părți: una intrahepatică și alta extrahepatică.

Căile biliare intrahepatice își au originea în *canaliculele intralobulare* cuprinse între celulele lobulilor. Canaliculele intralobulare se deschid în *canale perilobulare* așezate în crăpăturile care separă lo-

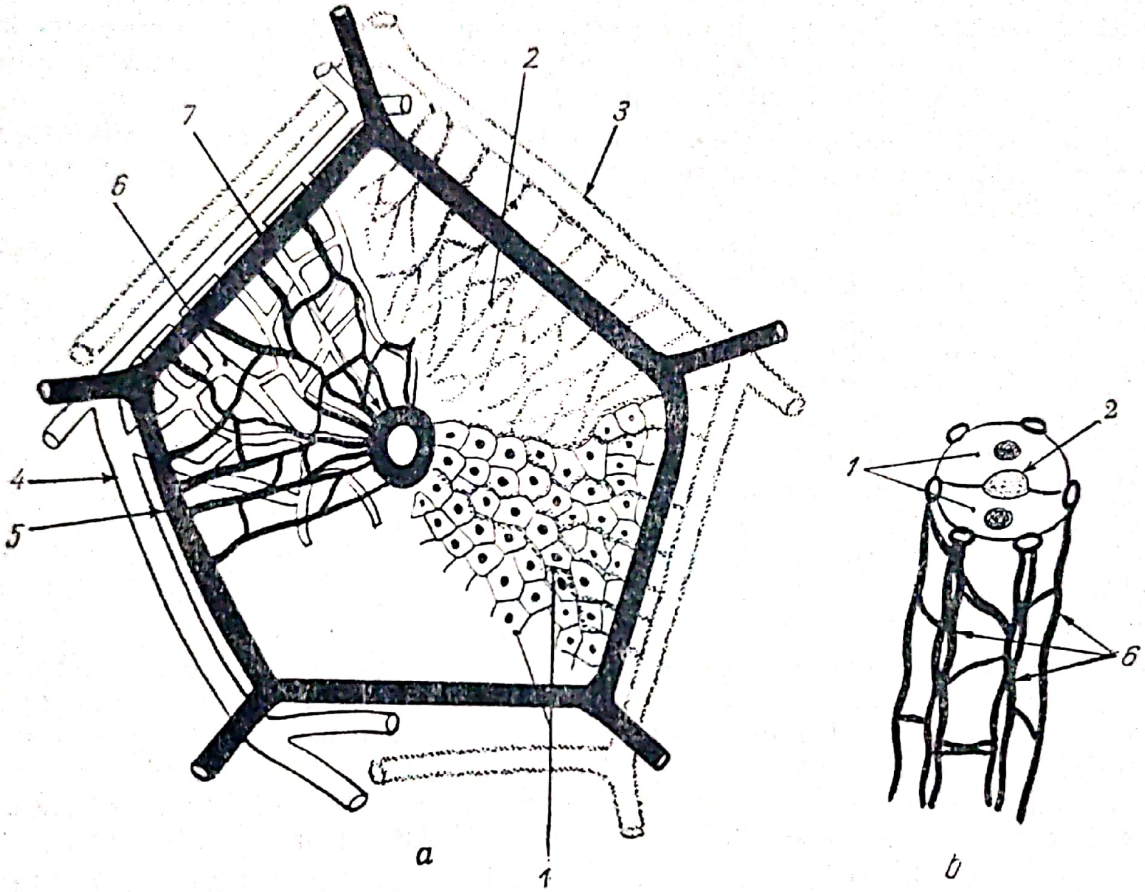


Fig. 59. *a* — Schema sintetică a lobulului hepatic; *b* — poziția canaliculelor hepatice intralobulare, săpate între celulele hepatice (după Drăgoiu):

1 — cordoanele de celule hepatice; *2* — canalicule intralobulare hepatice; *3* — canalicule hepatice perilobulare; *4* — arteriolă perilobulară; *5* — venulă perilobulară; *6* — rețeaua de capilare intralobulare; *7* — venula centrolobulară.

bulii. Canalele perilobulare se anastomozează între ele și se reunesc în spațiile porte (spațiile lui Kiernan) formînd conducte biliare mai voluminoase *(ductus biliferi interlobularis)*. Pe măsură ce aceste canale biliare interlobulare se apropie de hilul ficatului, ele se unesc unele cu altele și dau pînă la urmă două canale, unul drept și altul stîng. Aceste canale sînt ramurile de origine ale canalului hepatic *(ductus hepaticus)*.

Căile biliare extrahepatice încep cu *canalul hepatic*. De la acest canal pleacă un altul, *canalul cistic (ductus cisticus)* care se deschide în *vezicula biliară (vesica fellea)*.

Scanned with OKEN Scanner

Vezicula biliară, situată într-o depresiune a părții anterioare a șanțului parasagital drept, numită *foseta biliară*, vine în contact cu peretele abdominal la nivelul cartilajului coastei a 9-a dreaptă. Lungă de aproximativ 10 cm, vezicula are forma unei pere și prezintă un corp și un gît care se continuă cu canalul cistic, la originea căruia se află un sfincter. În tot lungul canalului cistic se află *valvulele semilunare ale lui Heister*. Vezicula biliară este căptușită în interior cu o mucoasă, bogată în glande mucoase. La exterior se află o tunică musculară, totul fiind învelit parțial în peritoniu.

Vezicula biliară, cu o capacitate de circa 60 ml, servește drept rezervor al bilei, în timpul repausului digestiv, unde aceasta suferă o anumită concentrare.

De la locul unde canalul cistic pornește din canalul hepatic, începe *canalul coledoc (ductus choledochus)*. Canalul coledoc se deschide în duoden. Această deschidere prezintă mai multe aspecte. Într-un tip, considerat ca normal, canalul coledoc împreună cu canalul lui Wirsung se deschid într-o umflătură (ampula lui Vater) și aceasta la rîndul ei se deschide în duoden în vîrful unei ridicături, numită *caruncula mare*[1] *(papilla duodeni major)*. Într-un alt aspect caruncula există, însă ampula lui Vater lipsește. Cele două canale, coledoc și pancreatic, se deschid izolat pe vîrful carunculei. Acesta este tipul cel mai frecvent. În rare cazuri nu găsim nici carunculă, nici ampula lui Vater. În acest caz, canalul lui Wirsung se deschide în canalul coledoc și acesta la rîndul lui se deschide în duoden.

Fierea (bila) joacă un rol important în digestia intestinală, cu toate că nu conține nici un ferment. Ea contribuie la neutralizarea acidității chimului venit din stomac, la emulsionarea grăsimilor, la activarea peristaltismului, la formarea împreună cu grăsimile a unor complecși solubili și deci absorbabili. În intestinul gros, ea contribuie la menținerea echilibrului florei bacteriene în defavoarea bacteriilor de putrefacție.

Pe lîngă elaborarea de bilă, ficatul mai îndeplinește și multe alte funcțiuni. El joacă un rol activ în metabolismul protidic, metabolismul glucidic și metabolismul lipidic, precum și în metabolismul unor săruri minerale (ale Fe, Cu) al apei, al vitaminelor. El îndeplinește și funcția de dezintoxicație, precum și funcția de distrugere a globulelor roșii îmbătrînite. În plus, la embrion, el mai îndeplinește și funcția de formare a globulelor roșii *(hematopoiază)*. Dacă scoatem ficatul de la un mamifer, el moare după 12 ore. Dacă se dă animalului glucoză pentru a menține nivelul glicemiei sale, care scade puternic după hepatectomie, el supraviețuiește mai mult timp, însă nu depășește niciodată 24—36 ore.

Pancreasul (pancreas) este situat înaintea coloanei lombare, înapoia stomacului între splină și ansa duodenală (fig. 60). El are o lungime de 16—20 cm, o înălțime de 4—5 cm și o grosime de 2—3 cm. Pancreasul crește foarte repede, relativ mult mai repede decît ficatul, în timpul

[1] *Caruncula* — bucățică de carne.

copilăriei și a primei tinereți. Volumul său crește treptat pînă la 40 de ani, apoi scade începînd de la 50 de ani și suferă mai mult sau mai puțin repede o atrofie senilă. La bărbatul adult pancreasul cîntărește în medie 70 g, la femeie 66 g. În stare de repaus pancreasul are o culoare albă-cenușie. În timpul digestiei pancreasul are o culoare roz.

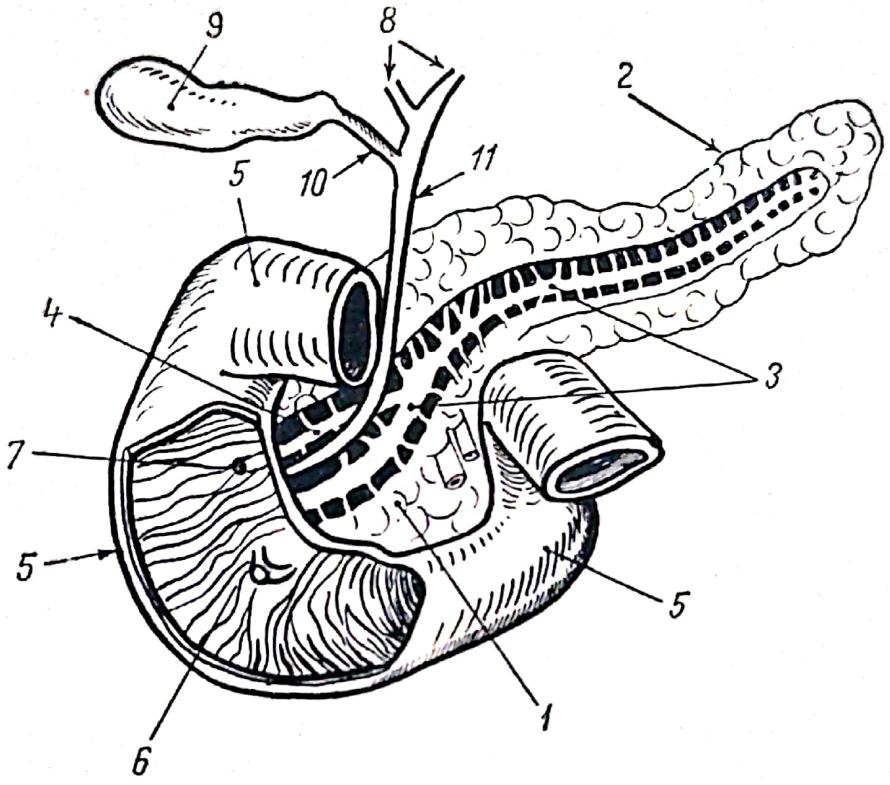


Fig. 60. Pancreasul (disecat parțial) și duodenul (disecat parțial) (din Lîsenkov):

1 — capul pancreasului; *2* — coada pancreasului; *3* — canalul lui Wirsung; *4* — canalul lui Santorini; *5* — duodenul; *6* — papila mare; *7* — papila mică; *8* — canalele hepatice; *9* — vezica biliară; *10* — canalul cistic; *11* — canalul coledoc.

Pancreasul are forma unei limbi și prezintă trei părți: un *corp (corpus pancreatis)*, un *cap (caput pancreatis)* și o *coadă (cauda pancreatis)*. El prezintă două conducte colectoare principale: *canalul lui Wirsung (ductus pancreaticus major)* și *canalul lui Santorini (ductus pancreaticus minor)*. Canalul lui Wirsung se întinde în tot lungul pancreasului, iese afară din el și se deschide în cele din urmă în douden. Canalul lui Santorini, cu o lungime de abia 5—6 cm, este situat în partea superioară a capului pancreasului. El pleacă de la canalul lui Wirsung și se deschide în duoden la 2—3 cm deasupra și puțin înaintea ampulei Vater, pe o ridicătură numită *caruncula mică (papila duodeni minor)*. În unele cazuri, cele două canale pancreatice sînt independente unul de altul. În alte cazuri, canalul lui Santorini este foarte scurt.

Scanned with OKEN Scanner

Pancreasul este o glandă mixtă. El este format, pe de o parte, dintr-o glandă în formă de strugure cu acini seroși (fig. 61), unde se secretă fermenți, care intră în compoziția sucului pancreatic, vărsat în duoden prin canalele lui Wirsung și Santorini, și pe de altă parte, din aglomerări de celule, care formează *insulele lui Langerhans* (fig. 62), loc de

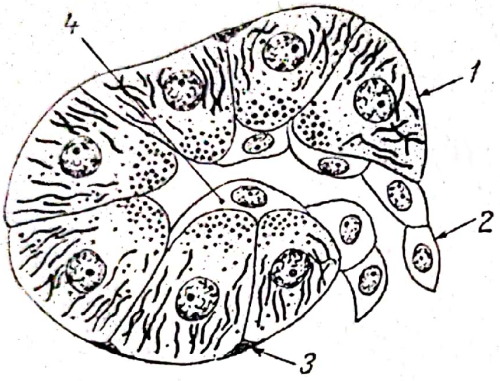


Fig. 61. Structura acinului pancreatic (din Drăgoiu):
1 — celulă pancreatică; *2* — pasajul lui Boll; *3* — celulă mioepitelială; *4* — celulă centroacinoasă.

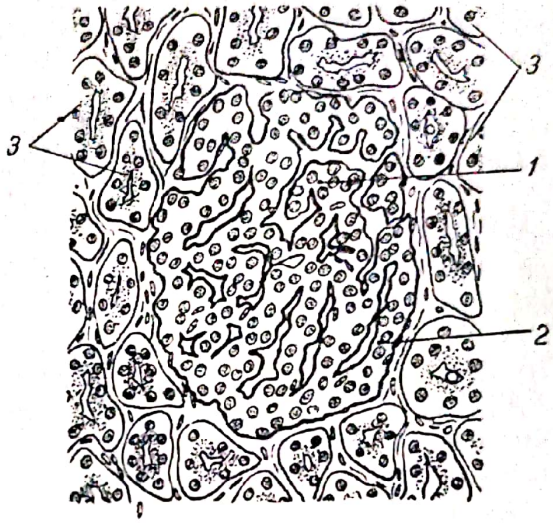


Fig. 62. Structura insulelor lui Langerhans (din Drăgoiu):
1 — insulă a lui Langerhans; *2* — cordoane celulare; *3* — acini exocrini.

secreție a hormonului numit *insulină*, vărsat direct în sînge (hemocrinie). Fermenții pancreasului sînt: tripsinogenul, amilaza, maltaza, lipaza, lactaza, invertaza, peptidazele, care transformă substanțele proteice, zaharurile și grăsimile în substanțe mai simple.

PERITONEUL (*Peritoneum*)

Peritoneul reprezintă peretele celomului sau al cavității generale. Se disting următoarele părți: o foiță parietală, peritoneul parietal sau *somatopleură (peritonaeum parietale)*, aplicată pe pereții cavităților abdominale și pelviană; o foiță viscerală, peritoneul visceral, *splanchnopleura (peritonaeum viscerale)* constituit din învelișul seros al organelor din abdomen și pelvis.

Cute membranoase leagă peritoneul parietal cu peritoneul visceral. Aceste cute formează *tecile pediculilor* vasculonervoși care merg de la peretele corporal la diferite organe (fig. 63). Ele sînt de mai multe feluri și poartă, după caz, numele de mezouri, epiploane sau ligamente.

Scanned with OKEN Scanner

Se numesc *mezouri* (care este la mijloc) acele cute peritoneale care unesc peretele corporal cu un segment al tubului digestiv. Mezourile se numesc mezogastru, mezenter, mezocolon, după cum sînt în legătură cu stomacul, jejuno-ileonul sau colonul. Se dă numele *epiploane* (care plutește pe) *(epiploa* sau *omenta)*, la cute peritoneale care se în-

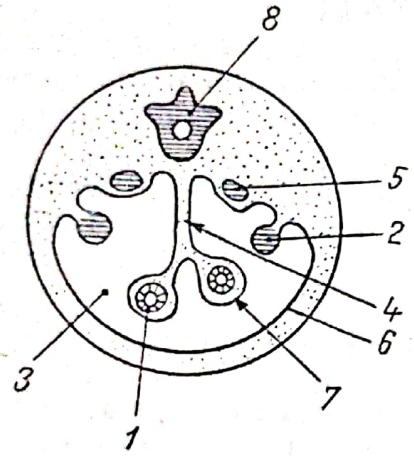


Fig. 63. Secțiune transversală prin regiunea abdominală la mamifere (din Stempel):
1 — intestinul subțire; *2* — gonade; *3* — cavitatea abdominală; *4* — mezenter; *5* — rinichi; *6* — foița parietală a peritoniului; *7* — foița viscerală a peritoniului; *8* — vertebră.

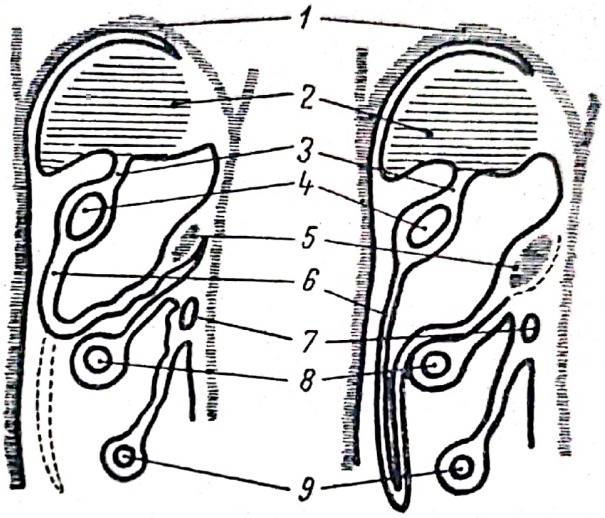


Fig. 64. Dezvoltarea mezenterului și a omentului la om (schemă) (după R. Bonnet, din Ihle):
1 — diafragma; *2* — ficatul; *3* — ligamentul hepatogastric; *4* — stomacul; *5* — pancreasul; *6* — omentumul mare; *7* — duodenul; *8* — colonul; *9* — intestinul subțire.

tind între două organe intraabdominale, de exemplu, epiplonul gastrohepatic sau micul epiplon *(omentum minus)*; epiplonul gastrocolic sau marele epiplon *(omentum majus)*; (fig. 64); epiplonul gastrosplenic; epiplonul pancreatico-splenic etc. S-a dat numele de *ligamente* la cute peritoniale care leagă de peretele corporal acele organe intraabdominale sau pelviene care nu fac parte din tubul digestiv, de exemplu, ligamentele uterului.

Peritoneul este format dintr-un epiteliu, sau *mezoteliu* și un *corion*. Epiteliul este format dintr-o singură pătură de celule turtite. Aceste celule sînt fie celule mari, poligonale, sau cu contururi sinuoase, foarte turtite, cu nuclei proeminenți, fie celule mici sau celule intercalare cu citoplasmă granuloasă, cu nuclei relativ voluminoși, semănînd cu histiocitele. Corionul este bogat în celule (fibroblaste, histiocite) și în vase sanguine și limfatice.

Peritoneul delimitează o cavitate, *cavitatea peritoneală (cavum peritonaei)*, care conține cîteva grame de lichid *(liquor peritonaei)*.

Scanned with OKEN Scanner

Funcţiile peritoneului sînt multiple şi dominate de raporturile sale cu sistemul limfatic. Se spune chiar că peritoneul este un „enorm sac limfatic".

a. Rol de seroasă. Prezenţa mezoteliului împiedică aderenţele între ansele intestinale. Cînd mezoteliul este distrus, ele se alipesc.

b. Funcţii de absorbţie şi de secreţie. Peritoneul absoarbe lichidele introduse în cavitatea sa, exudatele abundente (peritonitele seroase). Invers, o transudaţie de lichid poate să se stabilească de la sînge către cavitate (excesul de transudaţii cauzează ascitele).

c. Putere fagocitară. Celulele mezoteliale sînt susceptibile să se transforme în histocite apte să fagociteze. În corion, histocitele sînt, de asemenea, numeroase. Peritoneul posedă deci, mai ales în unele puncte, valoarea unui organ fagocitar important.

d. Sensibilitatea. Corionul peritoneului cuprinde terminaţii senzitive şi expansiuni nervoase incapsulate de tipul corpusculilor lui Meissner şi Pacini.

Funcţiile marelui epiplon sînt următoarele:

a. Funcţii adipopexice. Loc principal de punere în rezervă a grăsimilor.

b. Mobilitatea. Marele epiplon constituie o adevărată „mătură" a cavităţii peritoniale. Cînd se introduc corpuri străine în cavitatea abdominală, marele epiplon le captează şi le învelește. De asemenea, el se fixează pe toate punctele alterate ale peritoneului şi le astupă (rol plastic).

În 1931, I. Cantacuzino în colaborare cu E. Soru au publicat o lucrare în care au arătat că alipirea marelui epiplon la o leziune a intestinului este în funcţie strict de diferenţa de potenţial electric care există între aceste două puncte. Această alipire se produce sau încetează să se producă, după cum aceste diferenţe rămîn deasupra sau cad dedesubtul unei valori limită, aceste variaţii fiind ele însile în funcţie de valoarea potenţialului electric al epiplonului care, în tot acest proces, joacă rol de pol pozitiv.

c. Funcţii fagocitare. Activitatea fagocitară considerabilă a marelui epiplon este legată de capacitatea mezoteliului şi a elementelor mezenchimatoase din corion, aşa cum sînt fibroblastele şi limfocitele, de a deveni histiocite active.

VEZICULA GAZOASĂ (sau *înotătoare*)

Vezicula gazoasă (impropriu denumită vezicula „înotătoare", deoarece nu joacă nici un rol direct în locomoţie) este un diverticul întotdeauna nepereche şi dorsal al esofagului sau al stomacului, şi care se găseşte la majoritatea peştilor.

Scanned with OKEN Scanner

Poziția dorsală și caracterul ei nepereche (fig. 65) o deosebesc de veziculele pulmonare ale unor pești, care sînt diverticule ventrale și perechi (cel puțin inițial) tot ale tubului digestiv (care vor fi studiate în cadrul sistemului respirator).

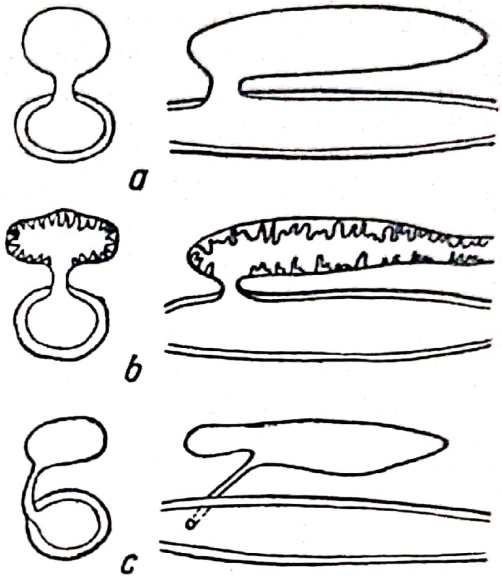


Fig. 65. Poziția veziculei gazoase (din Weichert):
a — fizostomi și *Acipenseridae*; *b* — *Lepisosteus* și *Amia*; *c* — *Erythrinus*.

Vezicula gazoasă nu se întîlnește la Ciclostomi și nici la peștii cartilaginoși *(Chondrichthyes)* în stare adultă. La embrionii lor însă, unii autori (începînd încă cu Mikluho-Maklay) au observat diverticule și fose rudimentare, ce ar putea reprezenta schițe embrionare ale unei vezicule gazoase, care nu s-a mai dezvoltat. Această formațiune este astfel caracteristică pentru grupa *Osteichthyes*, cu rezerva că lipsește la unele forme, în special abisale și bentonice.

Forma veziculei gazoase este foarte variabilă: fusiformă la *Acipenser* și la *Belone*, divizată în două camere la *Cyprinidae*, prezentînd diverticule mai mult sau mai puțin complicate la *Cobitidae*, la *Sciaena*, la *Pogonias* etc. În unele cazuri, aceste diverticule stabilesc legătura cu organele auditive *(Clupeidae, Mormyridae)*, sau se întind pînă sub piele *(Siluridae, Cobitidae)*, jucînd probabil un rol senzitiv. În fine, unii diverticuli se pot prelungi în coadă (în canalul hemal, sau printre mușchii cozii).

Multe tipuri de vezicule prezintă unele compartimentări. Această particularitate este uneori pusă în legătură cu capacitatea lor de a funcționa ca organ ajutător al respirației sau cu rolul în audiție. În primul caz se situează vezicula de la Holostei și de la *Mormyridae*, *Osteoglossidae*, *Elopidae*, *Characidae*. Structura spongioasă a veziculei, atribuită funcției ei sonore, se întîlnește la *Siluridae*.

Dată fiind originea sa ca diverticul esofagian sau mai rar stomacal, vezicula gazoasă comunică inițial cu tubul digestiv printr-un *canal pneumatic*, care se deschide dorsal în esofag și foarte rar în stomac

Scanned with OKEN Scanner

(la unele *Clupeidae*). La adult, canalul poate să rămînă deschis sau, din contră, să dispară. Peştii la care întîlnim canalul pneumatic deschis se numesc fizostomi *(Physostomi)*, iar acei la care nu întîlnim acest canal se numesc fizocliști *(Physocliști)*. Această caracteristică (prezența sau absența canalului pneumatic) a fost socotită multă vreme drept un criteriu taxonomic important. Dat fiind însă că situații foarte variabile se întîlnesc din acest punct de vedere în aceeași familie și chiar în cadrul unui același gen, L. B e r t i n este de părere că generalizînd nu se poate spune decît că printre fizostomi se găsesc formele cele mai primitive din grupa *Osteichthyes*, așa cum sînt cele aparținînd de Chondrostei, Holostei, Clupeiforme, Cypriniforme, Anguilliforme, în timp ce fizocliștii sînt reprezentați prin formele cele mai evoluate, ca Perciforme, Pleuronectiforme, Lophiiforme, Balestoidei.

Canalul pneumatic, atunci cînd există în faza adultă, se inseră rar la capătul anterior al veziculei, ca la *Cyprinodontidae* și *Belonidae*. De cele mai multe ori, comunicarea cu vezicula are loc cam la treimea anterioară a lungimii sale (fig. 66). Cînd vezicula este împărțită în două camere, atunci canalul se deschide la partea anterioară a camerei posterioare *(Cyprinidae, Characidae)*.

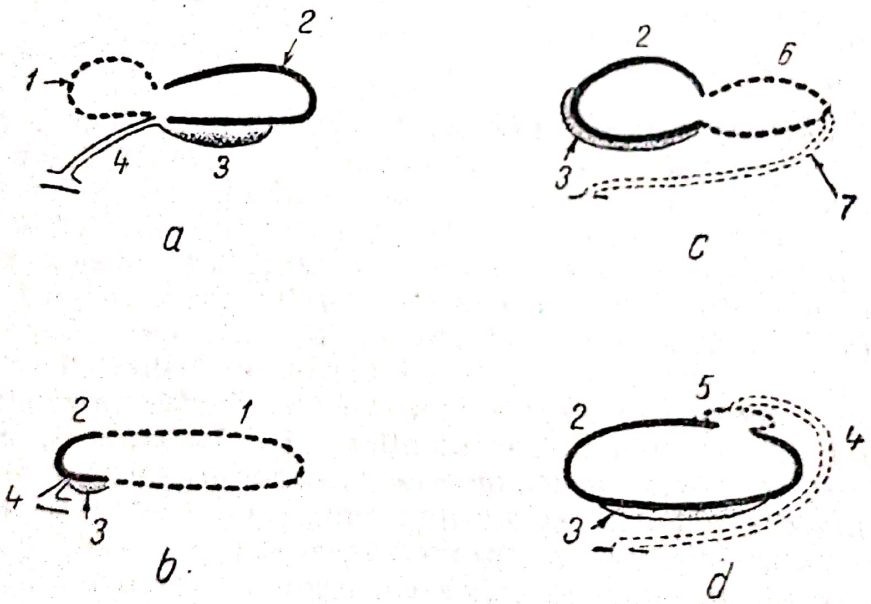


Fig. 66. Tipuri de veziculă gazoasă (din B a e r):
a — la un ciprinid; *b* — la știucă; *c* — fizoclist cu cameră anală; *d* — fizoclist cu oval: *1* — prevezica; *2* — vezica gazoasă propriu-zisă; *3* — glanda gazoasă; *4* — canal pneumatic; *5* — oval; *6* — cameră anală; *7* — canal pneumatic obliterat.

În unele cazuri rare, vezicula gazoasă poate prezenta pe lîngă un canal pneumatic normal și un al doilea canal, cu legături cu totul aberante, a căror funcționalitate a rămas încă neexploatată. Astfel, la *Clupea harengus*, există un al doilea canal pneumatic care, plecînd de la capătul posterior al veziculei, se deschide pe papila urogenitală. De

asemenea, la *Trachurus* (stavrid), lipsit în stare adultă de un canal pneumatic normal (fiind un fizoclist), există un canal aberant care unește vezicula cu camera branhială dreaptă.

Pereții veziculei sînt formați în mod tipic dintr-o *tunică internă mucoasă* și o *tunică externă fibroasă*, învelită parțial de foița viscerală a peritoniului (numai ventral și lateral).

Tunica mucoasă este alcătuită dintr-un epiteliu pavimentos sau cilindric, dublat de un corion fibros, acoperit de o pătură de țesut conjunctiv lax și vascularizat, prezentînd uneori fibre musculare netede.

Tunica fibroasă este lipsită de vase, ea poate fi de tip lamelar sau de tip acicular (conținînd ace semicristaline de ihtiocol, veziculele gazoase de acest tip fiind întrebuințate în industrie pentru pregătirea cleiului de pește). Tunica fibroasă poate lipsi *(Esox, Perca)*, poate să fie limitată numai la partea anterioară a organului *(Cyprinus)* sau poate să-l învelească în întregime *(Acipenser, Gadus)*.

Vascularizarea veziculei gazoase comportă un sistem aferent, reprezentat în partea sa anterioară prin artera vezicală (ramificație directă a aortei dorsale sau a trunchiului celiac), iar în partea ei posterioară prin arterele intercostale. Ea primește prin urmare întotdeauna un sînge oxigenat. Vena vezicală (ram al venei porthepatice) adună sîngele venos din partea anterioară a organului, cel din partea posterioară fiind drenat prin venele cardinale posterioare.

Vezicula gazoasă conține un amestec de gaze: O_2, CO_2 și N_2 în procentaje care variază de la specie la specie și după biotop, fiind însă întotdeauna în altă proporție decît în aerul atmosferic.

De altfel, schimburile gazoase cu exteriorul prin canalul pneumatic la fizostomi nu poate fi realizat în mod suficient, în primul rînd din cauza îngustimii și formei sinuoase a acestuia, din cauza prezenței unui sfincter la deschiderea sa în esofag, precum și din cauza mucusului care, în mod obișnuit, se află în el. Cu atît mai mult, aceste schimburi nu pot fi realizate pe această cale la fizocliști, unde canalul dispare la adult. Rolul principal în schimbările de conținut gazos îl joacă astfel organe speciale de secreție și de resorbție gazoasă.

Organele de secreție gazoasă există sub formă incipientă la unii fizostomi. Ele sînt deja bine conformate la *Cyprinidae* și *Esocidae*, ajungînd la un maximum de dezvoltare la fizocliști, unde formează așa-zișii „corpi roșii".

Situat în regiunea anteroventrală a veziculei, corpul roșu este format dintr-o glandă pentru gaze și o rețea „admirabilă". Glanda pentru gaze poate lua mai multe aspecte, mergînd de la o simplă arie epitelială de pe pereții veziculei, slab delimitată, pînă la pliuri epiteliale complicate sau chiar pînă la o formațiune masivă al cărei epiteliu stratificat atinge o grosime apreciabilă (fig. 67). În ceea ce privește rețeaua admirabilă, ea este formată din două sisteme de capilare „admirabile", unul de tip arterial, altul de tip venos.

Epiteliul glandei gazoase, fie unistratificat, fie pluristratificat, este întotdeauna format din celule de același tip. Bule gazoase înconjurate

Scanned with OKEN Scanner

de un înveliș nucleoproteic se nasc în apropierea nucleului lor, și sînt eliminate prin disocierea pereților. Se pune însă problema cum poate să aibă loc trecerea oxigenului din sînge în vezicuă, unde tensiunea acestuia este mai ridicată? Operația pare a fi deosebit de grea, petrecîndu-se împotriva legii difuziunii, iar modalitățile de realizare a ei rămîn încă la nivelul unor ipoteze.

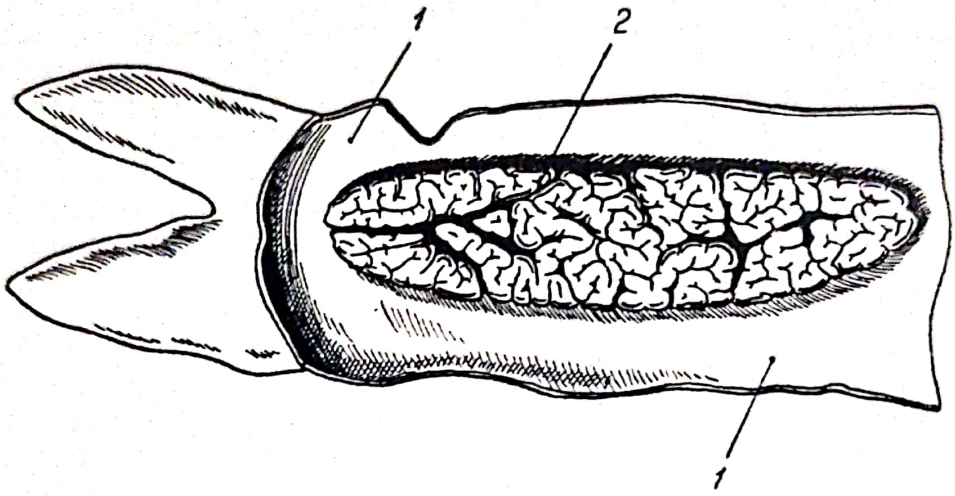


Fig. 67. Corpul roșu din vezicula gazoasă la *Molva vulgaris* (din Ihle):
1 — peretele tăiat al veziculei; *2* — corpul roșu.

Organe de resorbție gazoasă specializate nu există decît la unii fizocliști, care au fost denumiți *eufizocliști*, prin opoziție cu *parafizocliștii* care nu au asemenea organe diferențiate, la ei resorbția gazoasă fiind realizată prin toată suprafața pereților vezicali *(Scomberesocidae, Cyprinodontidae)*.

Atunci cînd există organe diferențiate de resorbție gazoasă, ele se află situate în regiunea posterodorsală a veziculei. Aceste organe, de formă ovală, de unde le vine și numele de *oval*, sînt constituite din epiteliul vezical obișnuit, la care se adaugă un diafragm de fibre musculare netede, care limitează trecerea gazelor din vezicuă în sînge (fig. 68).

Din punct de vedere funcțional, vezicula gazoasă îndeplinește cu siguranță un rol hidrostatic, care nu este însă de loc indispensabil, dat fiind că printre formele lipsite de acest organ se găsesc și specii de înotători foarte activi, așa cum sînt de exemplu rechinii și unele forme de scrumbii albastre *(Scomber)*.

Faptul că vezicula gazoasă intră adeseori în contact cu urechea pare a indica că ea ar putea îndeplini un rol destul de important în audiție. Această legătură poate fi directă, prin *diverticule vezicale*, fie indirectă prin intermediul lanțului de osișoare care constituie *aparatul lui Weber*.

Scanned with OKEN Scanner

Pe de altă parte, vezicula gazoasă conține în pereții ei terminații nervoase destul de abundente, care ar putea furniza, în mod indirect informații asupra variațiilor de presiune a apei, precum și a aerului atmosferic.

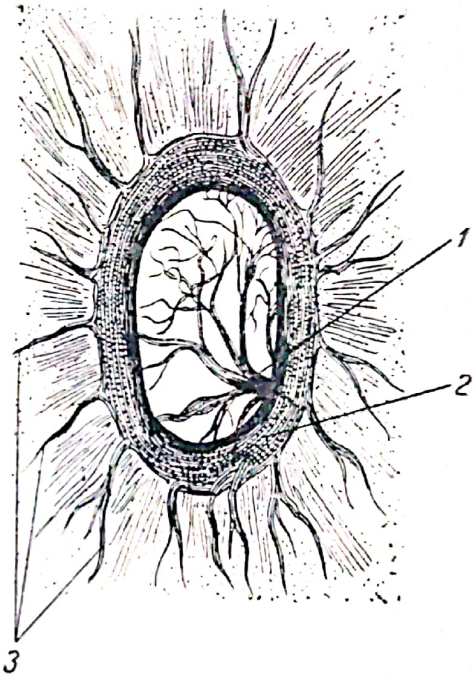


Fig. 68. Ovalul veziculei gazoase la *Sander lucioperca* (din Ihle):
1 — vase sanguine; *2* — mușchiul circular; *3* — mușchii radiari.

În unele cazuri expulzarea aerului din vezicula gazoasă prin canal și gură (la fizostomi) are drept efect producerea unor sunete.

În fine, așa cum vom vedea mai tîrziu, la unele forme de *Osteichthyes* mai primitive (Holostei și chiar unii Teleostei), vezicula gazoasă poate juca rolul de organ anexă al respirației.

Scanned with OKEN Scanner

SISTEMUL RESPIRATOR

Sistemul respirator asigură schimbul gazos între organism și mediu. Acest schimb are drept efect procurarea oxigenului, indispensabil vieții celulelor, iar pe de altă parte eliminarea bioxidului de carbon rezultat din oxidări.

Claude Bernard definea respirația drept „fenomenul cel mai caracteristic al vitalității, adică ființei în activitatea vitală", arătînd că acest fenomen „este continuu, neputînd suferi o întrerupere fără a aduce, *ipso facto*, suspendarea vieții în ea însăși".

Ființele unicelulare nu au un aparat respirator, ele fiind ușor pătrunse de gaze și de lichidele care le înconjură. Nu același lucru se petrece la ființele pluricelulare, unde absorbția oxigenului de către lichidul circulant (sîngele) și eliminarea bioxidului de carbon are loc la nivelul unor organe special diferențiate, care constituie sistemul respirator.

Laguesse a definit astfel un aparat respirator: „Un aparat respirator nu este de cele mai multe ori decît o suprafață împrumutată tegumentelor externe (piele) sau interne (mucoase), suprafață la nivelul căreia sîngele vine incontinuu în raport cu mediul extern pentru a prelua din el oxigenul și a-i ceda bioxidul de carbon". Această definiție este aplicabilă atît pielii, care permite la multe animale pătrunderea oxigenului și eliminarea bioxidului de carbon (respirație cutanată), cît și aparatelor specializate în vederea acestei funcții. Dezvoltarea acestora are drept efect realizarea unor suprafețe mai mari de schimb gazos precum și a unor condiții morfofuncționale mai favorabile desfășurării acestuia. Totodată, apariția unui aparat respirator specializat este de cele mai multe ori însoțită de apariția unor dispoziții, grație cărora apa sau aerul, sărăcite de oxigen și încărcate cu bioxid de carbon, sînt înlocuite cu mediile respective bogate în oxigen. Aceste deplasări ale aerului sau ale apei sînt realizate datorită unor mișcări musculare coordonate, denumite *mișcări respiratorii*, provocate și controlate de centri nervoși speciali, denumiți *centri respiratori*.

Schimburile gazoase prin toată suprafața corpului au loc în special la nevertebratele inferioare (spongieri, celenterate, oligochete, hirudinee, platelminte, crustacei inferiori), care nu au un aparat respirator

Scanned with OKEN Scanner

diferențiat. Dar și la animalele care îl au, există o respirație cutanată, mai mult sau mai puțin importantă. Astfel, de exemplu, la amfibieni această respirație joacă un rol important în economia schimburilor gazoase.

Organele respiratorii diferențiate există la multe nevertebrate și la toate vertebratele. La animalele acvatice, ele sînt **branhiile** (echinoderme, crustaceii superiori, polichete, majoritatea moluștelor, ciclostomi, pești); la cele terestre, ele sînt **traheele** (insecte) și **plămînii** (araneide, gasteropodele pulmonate, majoritatea vertebratelor. Se pot distinge astfel trei feluri de respirații: *respirația branhială*, în care schimburile gazoase au loc cu ajutorul unor expansiuni membranoase mai mult sau mai puțin cutate și puternic vascularizate, care atîrnă în apă, numite **branhii** (la pești); *respirația traheală*, în care distribuția aerului în tot corpul animalului are loc prin tuburi ramificate, numite *trahee* (la insecte); *respirația pulmonară*, în care aerul este introdus printr-un mecanism special în saci membranoși, puternic vascularizați, care sînt *plămînii* (la vertebratele tetrapode).

RESPIRAȚIA CUTANATĂ LA VERTEBRATE

Respirația cutanată joacă un rol destul de important la pești în perioada embrionară și larvară, precum și la adulții al căror corp nu prezintă un înveliș solzos continuu (la *Siluridae*, de exemplu).

La amfibieni, respirația cutanată are o pondere foarte mare, atît în perioada larvară cît și în cea adultă, de obicei concomitent cu cea branhială sau cu cea pulmonară. La un număr de urodele cu plămînii reduși (triburile *Desmognathinae* și *Plethodontinae*, la *Ambystoma opacum* din tribul *Ambystominae*, la *Salamandrina perspicillata* din tribul *Salamandrinae*), respirația cutanată (împreună cu respirația prin mucoasa bucală sau prin mucoasa intestinală) este singura formă de schimb gazos.

BRANHIILE ȘI RESPIRAȚIA BRANHIALĂ LA VERTEBRATE

Branhiile se pot prezenta sub două forme: *branhii interne* și *branhii externe*.

BRANHIILE LA CICLOSTOMI ȘI PEȘTI

Branhiile interne reprezintă forma principală a aparatului respirator la vertebratele acvatice, ciclostomi și pești. Ele sînt expansiuni membranoase, mai mult sau mai puțin cutate, care se dezvoltă pe pereții

Scanned with OKEN Scanner

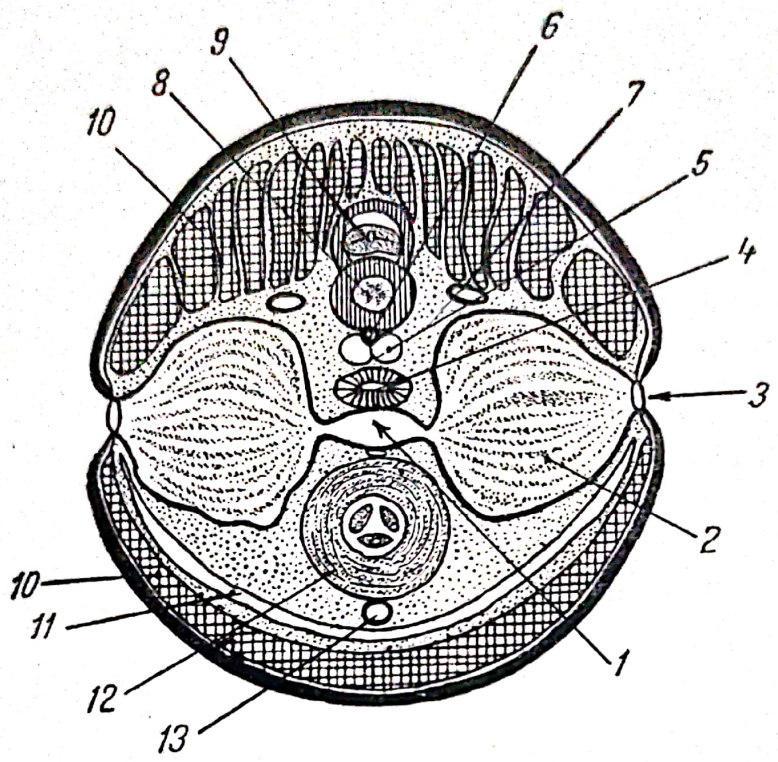


Fig. 70. Secţiune transversală prin regiunea branhială la *Petromyzon* (după S i m k e v i c i, din I h l e):

1 — canalul branhial (apeductul); *2* — sacul branhial; *3* — orificiul extern al sacului branhial; *4* — esofagul; *5* — spaţii limfatice; *6* — aorta dorsală; *7* — vena jugulară anterioară; *8* — notocordul; *9* — măduva spinării; *10* — muşchi; *11* — celomul; *12* — muşchii limbii; *13* — vena jugulară posterioară.

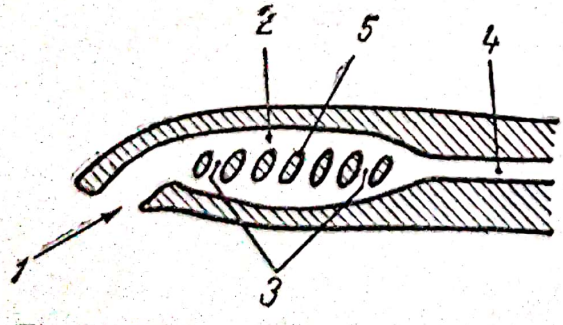


Fig. 71. Secţiune longitudinală prin regiunea branhială la *Ammocoetes* (din I h l e):

1 — gura; *2* — faringele; *3* — fantele branhiale; *4* — intestinul; *5* — septele interbranhiale.

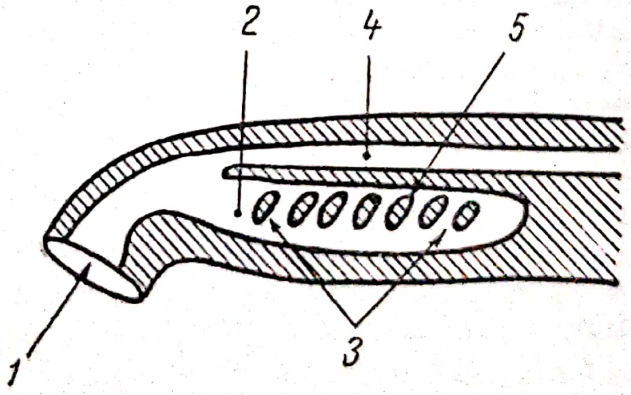


Fig. 72. Secţiune longitudinală prin regiunea branhială la *Petromyzon* (din I h l e):

1 — gura; *2* — canalul branhial; *3* — fantele branhiale; *4* — esofagul; *5* — septele interbranhiale.

Scanned with OKEN Scanner

liniei medioventrale, la o oarecare distanţă de capătul anterior al corpului. În ele se deschid, de o parte şi de alta, cîte un canal comun, care comunică cu 6 tuburi lungi ce pleacă din pungile branhiale din partea respectivă. În plus, un canal esofagocutanat leagă esofagul cu canalul comun stîng sau direct cu exteriorul. El este situat înapoia ultimei pungi branhiale stîngi şi este considerat drept restul unei pungi branhiale, care şi-a pierdut branhiile (fig. 73).

La *Bdellostoma*, numărul pungilor branhiale este foarte variabil (6—14 perechi). Ele prezintă orificii externe independente, iar orificiile interne se deschid în faringe, nedivizat în două etaje. Se găseşte însă un canal esofagocutanat stîng, care se deschide independent la exterior. El ar putea juca rolul aferent pentru apă, atunci cînd animalul stă prins de o pradă (fig. 73).

Morfologia externă a aparatului branhial la peşti. La *Chondrichthyes* se întîlneşte forma cea mai arhaică a branhiilor de la peşti (fig. 74, *a*). Ei prezintă un număr de 5—7 perechi de fante branhiale (în general 5 şi mai rar 6, la *Clamydoselachus* şi *Hexanchus*, sau 7, la *Heptanchus*), situate pe părţile laterale ale capului ca la *Pleurotrema* (Selacieni) sau pe partea ventrală, ca la *Hypotrema* (Batoidei). Spiraculul, cu poziţie laterodorsală, reprezintă un rest al primei fante branhiale. El este pre-

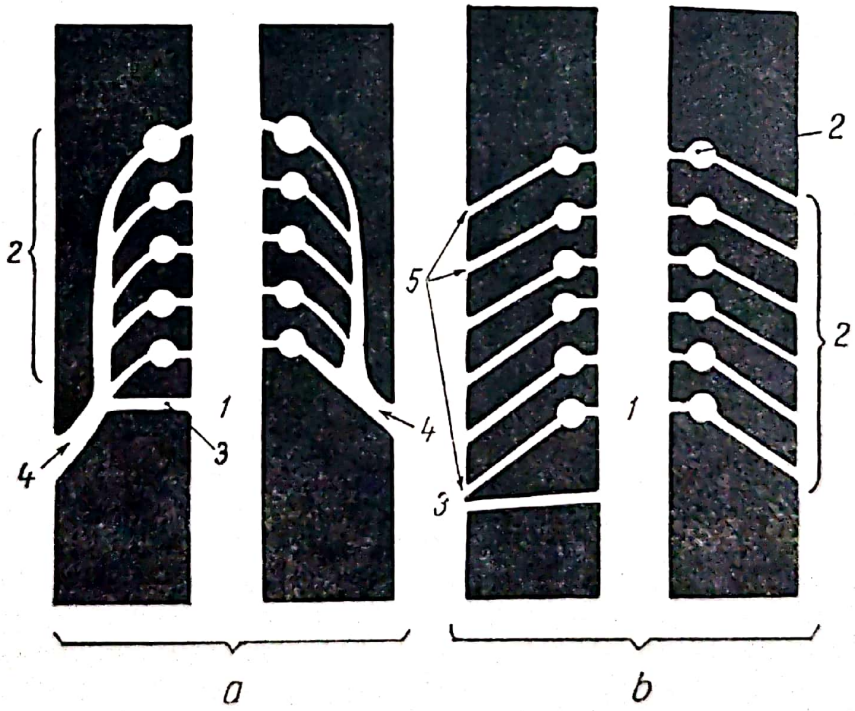


Fig. 73. Schema fantelor (pungilor) branhiale la Ciclostomi: *Myxine* (*a*) şi *Bdellostoma Bürgeri* (*b*) (uşor modificat, din Baer):

1 — faringele; *2* — pungile şi fantele branhiale; *3* — canalul esofagocutanat (situat pe partea stîngă); *4* — canalul comun al fantelor branhiale; *5* — deschiderile externe ale fantelor branhiale.

văzut cu o hemibranhie. La Batoidei, cu corpul depresiform, spiraculul servește și ca apertură aferentă pentru apă.

La Selacieni, mici repliuri ale pielii pornite de pe fiecare sept acoperă în oarecare măsură fiecare fantă branhială imediat următoare, apărînd branhiile de corpuri străine care ar putea pătrunde în fante.

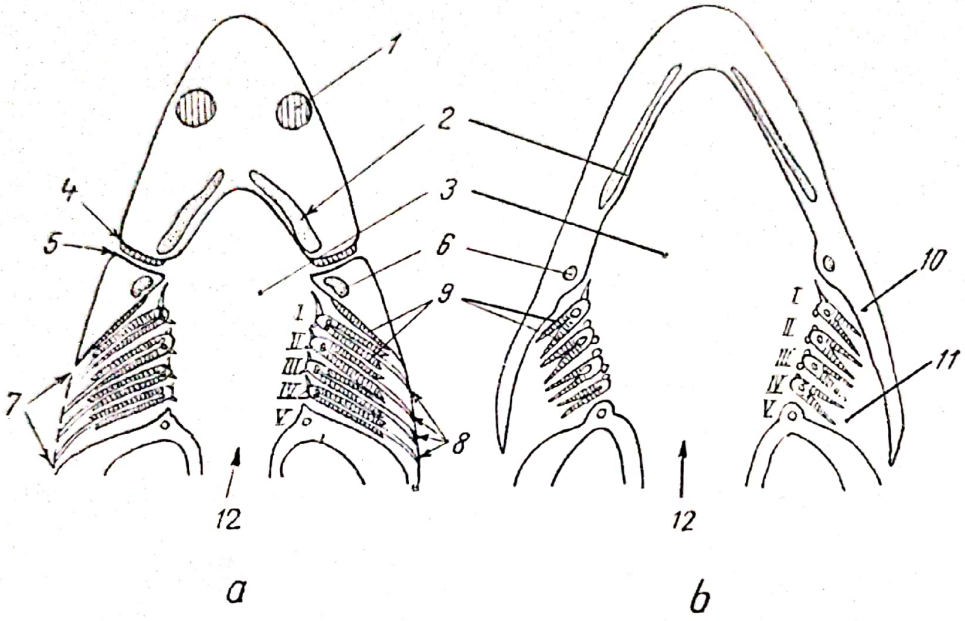


Fig. 74. Secțiuni orizontale prin regiunea branhială la un selacian (*a*) și la un teleostean (*b*) (schemă după B r i d g e, din I h l e):

1 — fosele nazale; *2* — palatopătratul; *3* — faringele; *4* — hemibranhia spiraculului (pseudobranhia); *5* — spiraculul; *6* — arcul hioid; *I, II, III, IV, V* — arcurile branhiale; *7* — fantele branhiale; *8* — septele branhiale; *9* — branhiile; *10* — operculul; *11* — cavitatea branhială suboperculară; *12* — esofagul.

Aceste repliuri sînt deosebit de pronunțate la *Chlamydoselachus*, în special repliul care acoperă prima fantă. La Holocephali *(Chimaera)*, unde septele devin puțin mai scurte, apare de pe septul hioidian un repliu cutanat mai mare care acoperă toate fantele branhiale, reprezentînd astfel o schiță de opercul. Septele care separă fantele branhiale sînt susținute de arcurile branhiale și de un țesut erectil, numit *țesut cavernos*, care se întinde de-a lungul acestora precum și în lame. Septele conțin un vas aferent și două vase eferente, nervi și mușchi. Fiecare sept prezintă pe fața sa anterioară precum și pe fața sa posterioară foițe branhiale primare (lame branhiale sau *branhionuri)* dispuse orizontal, unele sub altele. Acest mod de așezare este caracteristic branhiilor tabulare de la Elasmobranhi.

Rîndul de foițe branhiale de pe o față septală constituie o *hemibranhie*, iar septumul împreună cu cele două hemibranhii ale sale formează o branhie completă sau *holobranhie*. Fiecare fantă branhială conține astfel cîte două hemibranhii, aparținînd însă fiecare unei alte holobranhii. Numai spiraculul nu conține decît o singură hemibranhie, si-

tuată pe peretele anterior al acestuia. Ea poartă numele de *branhie mandibulară* sau *pseudobranhie*, pentru că primește sînge deja oxigenat, venit aici de la branhia următoare printr-o ramificație a arterei eferente a acesteia. S-a admis multă vreme, din această cauză, că hemibranhia spiraculară nu prezintă nici o funcție respiratorie (de unde și numele de branhie „falsă" sau pseudobranhie). În realitate însă, sîngele care circulă prin ea este supus oxigenării pentru a doua oară, astfel încît creierul și ochii, la care acest sînge este distribuit, primesc un procent neobișnuit de ridicat de oxigen. Unele cercetări par să indice că pseudobranhia de la *Chondrichthyes* ar mai îndeplini și un rol hematopoietic și hematolitic.

La *Osteichthyes* repliul opercular (apărut deja la Holocephali) se dezvoltă puternic, este întărit de oase dermice și acoperă toată regiunea branhială din partea respectivă, formîndu-se astfel cîte o cavitate sau *cameră branhială suboperculară*, în care atîrnă branhiile. Din această cauză ele poartă denumirea de *branhii operculate*, iar întreaga grupă de pești cu astfel de opercule ar putea fi denumită, din acest punct de vedere, *Pomatobranhiate* (fig. 74, *b*).

Deschiderea posterioară a camerei branhiale, situată la marginea posterioară a operculului, poartă numele de *fantă operculară*. Ea reprezintă apertura eferentă a camerei branhiale. În legătură cu operculul se formează o *membrană branhiostegală* și *raze branhiostege*. Operculul este înzestrat cu o musculatură specială, care imprimă operculului mișcări de abducere și adducere, jucînd un rol important în circuitul apei în fiecare cameră branhială. Un studiu special al variabilității aparatului opercular la peștii osoși a fost realizat de Ion Borcea din Iași, care a pus în evidență existența unor dispoziții adaptative foarte interesante. Operculul peștilor osoși poartă adesea o hemibranhie, care ar putea fi omologată cu pseudobranhia din spiracul, emigrată aici după închiderea acestuia.

Peștii din grupa *Osteichthyes* sînt caracterizați și prin reducerea numărului de arcuri branhiale, care în mod obișnuit nu depășesc numărul de 4 perechi, și concomitent cu aceasta și o reducere a numărului de hemibranhii, accentuată mai ales la Dipnoi.

O altă caracteristică a grupei este dată de dispariția spiraculului, care se întîlnește numai la Chondrostei și la unii Holostei *(Amia)*. La Teleostei el se închide, rămînînd din el doar un diverticul faringian în formă de pungă „oarbă". Hemibranhia spiraculară se deplasează pe fața internă a operculului (formînd hemibranhia operculară) sau în profunzimea mucoasei bucofaringiene. Paralel cu aceasta, structura sa se modifică, prezentînd caracteristicile unei glande endocrine, bogate în celule acidofile, intercalată pe circuitul vascular, care pare a interveni în metabolismul respirator și în echilibrul acido-bazic al organismului.

La *Osteichthyes* se observă, de asemenea, o accentuare a fenomenului de reducere a septelor branhiale (început la Holocephali), care poate

Scanned with OKEN Scanner

fi urmărită la: Dipnoi, Chondrostei, Holostei, Teleostei (fig. 75). Trebuie să subliniem că, din acest punct de vedere, formele mai primitive de Teleostei prezintă septumul mai puţin redus *(Clupeidae, Salmonidae, Cyprinidae)*, la formele mai evoluate *(Percidae)*, septumul branhial, reducîndu-se doar la porţiunea care înconjură arcul scheletic branhial, în care se găsesc şi arterele branhiale (una aferentă şi una eferentă),

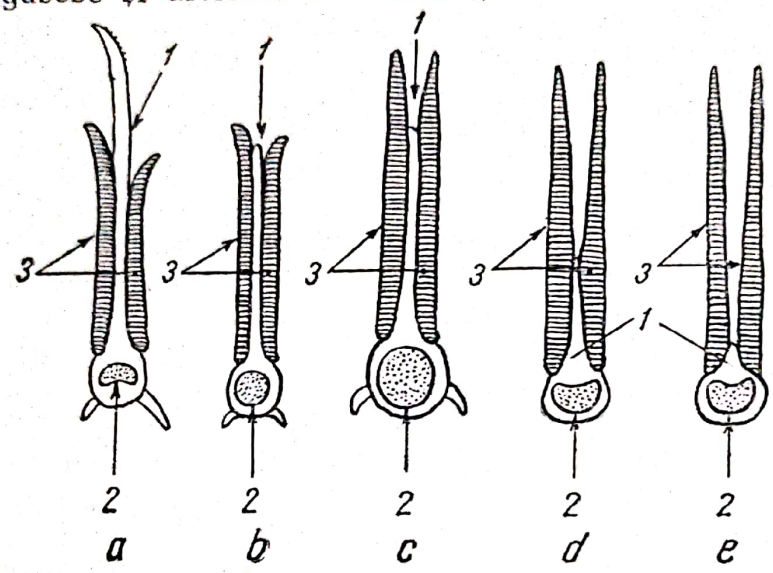


Fig. 75. Reducerea septelor branhiale (schemă după Bridge, din Ihle):
a — selacian; *b* — *Chimaera*; *c* — *Acipenser*; *d* şi *e* — teleostei: *1* — septul branhial; *2* — arcul branhial; *3* — lamele branhiale.

precum şi muşchii şi nervii. Lamele branhiale atîrnă astfel liber în cavitatea branhială suboperculară, aşezate pe două rînduri de-a lungul arcurilor branhiale pe care se prind numai prin bază, fiecare rînd reprezentînd cîte o hemibranhie, ambele rînduri formînd astfel o holobranhie. Acest mod de aşezare este caracteristic tipului pectinat de branhii, adică *ctenobranhiilor*. Din acest punct de vedere, *Osteichthyes* ar putea să fie denumite Ctenobranhii, prin opoziţie cu Elasmobranhii.

Paralel cu reducerea septelor branhiale se reduc şi corpii cavernoşi (încă prezenţi la Dipnoi, la Chondrostei şi la *Lepisosteus* dintre Holostei, dar absenţi la *Amia* şi la Teleosteii mai evoluaţi). Lamele branhiale sînt susţinute aici de către piese de natură cartilaginoasă sau osteidă. Între piesele de susţinere ale aceleiaşi perechi de lame se dezvoltă doi muşchi aductori dispuşi încrucişat (în formă de X). Fiecare piesă de susţinere mai posedă şi un muşchi abductor, care se inseră pe partea externă a bazei sale şi pe arcul branhial. Datorită acestor muşchi, lamele branhiale din aceeaşi pereche se pot apropia sau depărta între ele (fig. 76). Lamele branhiale de formă triunghiulară poartă un număr mai mare sau mai mic de lamele branhiale (fig. 77). La studiul variabilităţii suprafeţei branhiale a contribuit Z. Feider din Iaşi împreună cu colaboratorii săi.

În fine, deschiderea dinspre faringe a camerelor branhiale este protejată de *branhictenidii* sau *branhiospini* și alte formațiuni (membrane) care împiedică intrarea fragmentelor alimentare din faringe în camera branhială. Aceste formațiuni alcătuiesc un adevărat filtru branhial ale cărui dispoziții sînt în raport cu regimul alimentar. Astfel, A. C.. Teodorescu a demonstrat că, chiar în cadrul unei familii unitare, ca aceea a Gobiidelor, dispozițiile filtrului branhial variază în raport cu acest regim.

Morfologia internă a branhiilor la pești. Arcurile branhiale sînt formate din țesut cartilaginos hialin la *Chondrichthyes* și din țesut osos (os de cartilagiu) la *Osteichthyes.*

Foițele branhiale primare (sau lame) sînt acoperite de un epiteliu pluristratificat. Interiorul lor este ocupat de o lamă conjunctivă în care se află vasele sanguine, și anume, o arteră aferentă și o arteră eferentă, de fiecare lamă. Prima merge de-a lungul marginii sale mediale, cea de a doua, de-a lungul marginii laterale.

La *Chondrichthyes,* la . Dipnoi și la unii Teleostei, ansamblul lamelor este susținut de un țesut cavernos care pătrunde în ele venind din septumurile branhiale. Lacunele acestui țesut sînt delimitate de o țesătură de fibre conjunctive elastice și musculare netede și conțin sînge extravazat din arteriolele aferente.

La majoritatea teleosteilor însă, țesutul cavernos dispare, fiind înlocuit din punct de vedere funcțional cu piese cartilaginoase sau osoase care conferă lamelor o oarecare rigiditate.

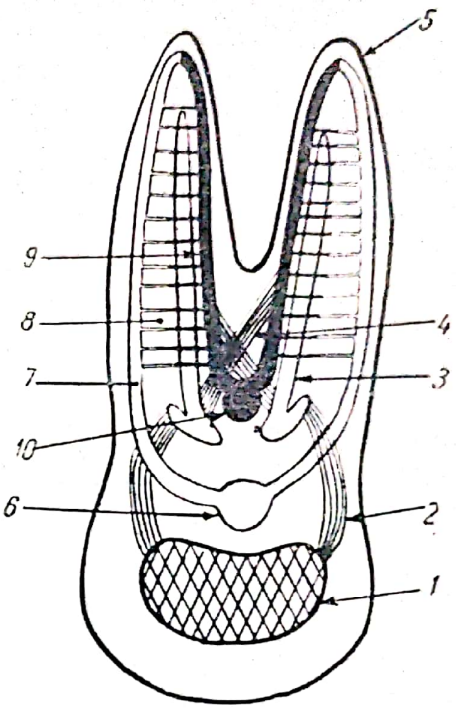


Fig. 76. Secțiune transversală printr-un arc branhial și branhiile respective la *Esox lucius* (din Bütschli):

1 — scheletul arcului branhial; *2* — mușchi abductori; *3* — spin cartilaginos; *4* — mușchi adductor; *5* — lamă branhială; *6* — vas eferent al arcului; *7* — vas eferent al lamei; *8* — capilare sanguine; *9* — vas aferent al lamei; *10* — vas aferent al arcului.

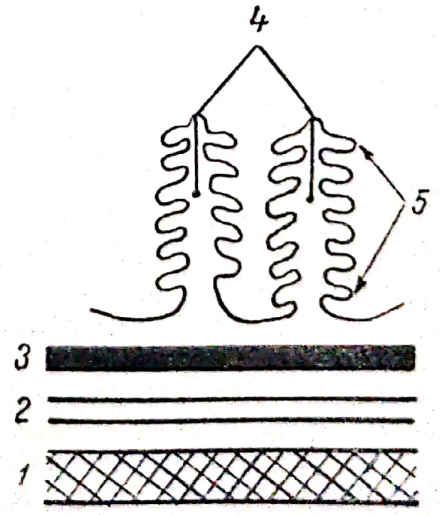


Fig. 77. Secțiune printr-o hemibranhie, paralelă cu axul unui arc branhial (din *Guiyesse Pellissier*):

1 — scheletul arcului branhial; *2* — vas eferent; *3* — vas aferent; *4* — lame branhiale; *5* — lamele branhiale.

Lamele sînt mișcate de mușchi abductori și adductori (fig. 76). Dornescu și Mișcalencu au arătat că, la crap, mușchii adductori prezintă o dispoziție specială care le permite nu numai să miște lamele, dar și să recurbeze arterele spre linia mediană, dînd un nou impuls circulației sanguine.

Lamelele branhiale sau foițele branhiale secundare sînt delimitate de două pături epiteliale unistratificate, foarte subțiri, formînd epiteliul

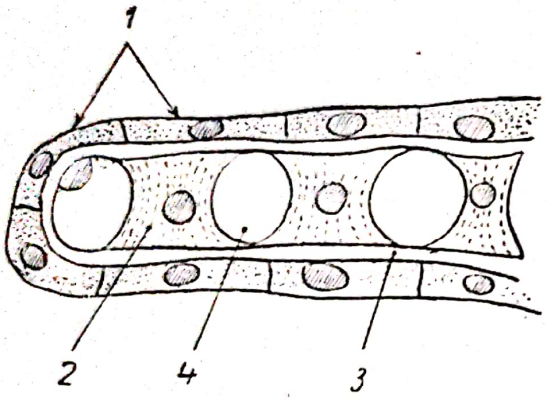


Fig. 78. Secțiune transversală printr-o lamelă branhială (din Vialleton):
1 — epiteliu; *2* — celule în pilastru; *3* — membrana bazală; *4* — spații sanguine.

respirator. Între cele două epitelii se interpun, din loc în loc, celule mari în formă de pilastru (descoperite de Bietrix), care le mențin depărtate între ele (fig. 78). *Celulele în pilastru* sînt considerate de unii autori (Binet și Verne) drept celule endoteliale hipertrofiate și adaptate la funcția de susținere. Cercetătorii români I. Scriban și C. Acrivo (dintre care ultimul s-a ocupat în mod special de studiul branhiilor la pești) le consideră însă ca avînd o origine mezenchimatoasă.

Spațiile dintre celulele în pilastru formează un sistem de lacune în care sîngele circulant, separat de apă numai printr-un epiteliu foarte subțire, se poate încărca cu oxigen și elimină boxidul de carbon.

După mai mulți autori (Keys și Wilner, Liu, Copeland ș.a.), printre celulele epiteliale ale lamelelor branhiale s-ar găsi celule mari, acidofile, cu nucleul voluminos. Ele sînt deosebit de abundente la *Anguilla* și la alți pești cu o putere osmoregulatoare foarte accentuată. Ele ar servi la eliminarea prin branhii a soluțiilor hipertonice din organismul peștilor marini și ar contribui totodată la menținerea apei în organismul acestora. Prin prezența lor, branhiile ar contribui la excreție și la reglarea presiunii osmotice a organismului, aceste funcții adăugîndu-se la funcția lor principală: respirația.

Branhiile externe la pești

Branhiile externe se întîlnesc la pești, în special în perioada embrionară și larvară. Ele pot fi de origine entoblastică sau ectoblastică.

Embrionii selacienilor au astfel de branhii. Ele se prezintă sub forma unor prelungiri filiforme ale lamelor branhiale, uneori ramificate, pro-

eminînd afară din spiracul și din fantele branhiale. Originea lor este astfel entoblastică. Branhii embrionare asemănătoare sînt întîlnite și la unii *Osteichthyes*, ca *Gymnarchus* și *Heterotis*.

Branhii externe există și la larvele polypteridelor, sub forma unor expansiuni ramificate penat, așezate în regiunea superioară a arcului hioid. Ele se dezvoltă din muguri cutanați (înainte ca să se formeze lamele branhiilor interne) și sînt deci de origine ectoblastică. Astfel de branhii externe există și la larvele dipnoilor, în număr de 4 perechi, pe părțile laterale ale capului, imediat după opercul *(Protopterus* și *Lepidosiren)*. Aceste branhii se reduc complet la *Lepidosiren* în faza adultă. La *Protopterus*, se reduce numai prima pereche, celelalte 3 rămânînd în stare rudimentară toată viața. Ele primesc sîngele prin derivație din arcurile arteriale *2*, *3* și *4*.

Branhii externe de origine ectoblastică se găsesc, de asemenea, la un singur Teleostean, *Acentrogobius*, specie indiană a familiei *Gobiidae*.

Organele respiratorii accesorii la pești

Cu toate că branhiile reprezintă organele respiratorii principale la pești, aceștia mai pot prezenta și alte dispoziții (accesorii) putînd servi funcției respiratorii în cazuri speciale.

În adevăr, mulți pești care trăiesc în ape insuficient oxigenate (ape stătătoare sau sărăcite de oxigen prin descompunerea materiilor vegetale) sau în ape ce seacă în timpul sezonului secetos, prezintă o respirație aeriană, „de ajutor", realizată prin intermediul unor formațiuni accesorii, anexe ale tubului digestiv sau ale aparatului branhial.

Printre acestea se numără în primul rînd **veziculele aeriene** de la *Polypteridae*, Dipnoi, Crossopterygieni, care sînt *plămîni* adevărați, și vor fi studiați la respirația pulmonară. Dar pe lîngă aceste organe, unii pești prezintă alte dispoziții, care le asigură schimbul gazos cu aerul atmosferic: **mucoasa plisată** și intens vascularizată a cavității bucofaringiene și branhiale, **organele labirintiforme** și **organele arborescente, diverticuli branhiali** și chiar **branhii cu dispoziții speciale,** precum și dispoziții speciale la nivelul stomacului și al intestinului subțire.

— Cavitățile bucofaringiană și branhială de la *Periophthalmus* (gobiid) și avînd obiceiul să facă lungi incursiuni în mediul terestru), oferă un epiteliu bogat în capilare sanguine și în celule glandulare, adeseori grupate în cripte ramificate, care conferă un aspect alveolar mucoasei lor.

După Willem și Boelaert (1937), *Periophthalmus*, chiar în stare imersă ar prezenta o respirație dublă, deoarece camerele sale branhiale, puternic dilatate, ar conține apă în partea lor inferoposterioară și aer în partea superoanterioară, situată între branhiile *I* și *II*. Din cînd în cînd peștele dă afară bule gazoase, se ridică la suprafață

Scanned with OKEN Scanner

pentru a-şi reface provizia de aer şi coboară apoi spre fund, pentru a-şi reface provizia de apă.

— Organele labirintiforme se întîlnesc la Teleostei din familiile *Anabatidae* şi *Luciocephalidae* (reunite înainte în familia *Labyrinthiidae*). Organul labirintiform este format aici dintr-un sistem de lame, destul de complicate, susţinute de excrescenţe speciale ale arcurilor branhiale *I* şi *II*, incluse într-un sac, care nu este altceva decît o pre-

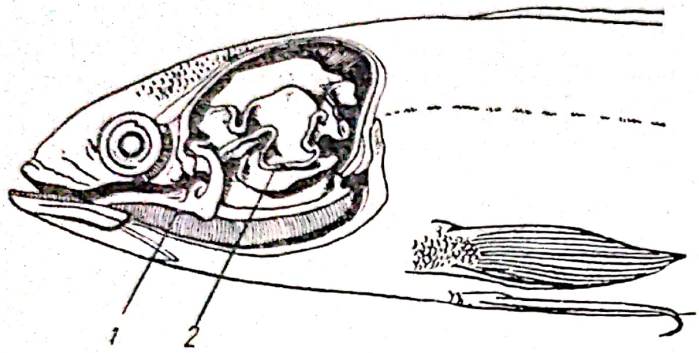


Fig. 79. Regiunea anterioară a corpului la *Anabas scandens*, după îndepărtarea operculului (din I h l e):
1 — branhia; *2* — organul respirator accesoriu labirintiform.

lungire a cavităţii branhiale, pornind de la nivelul primei fante branhiale şi putînd ajunge în partea sa posterioară pînă în regiunea ficatului. Pereţii sacului şi ai labirintului de lame sînt formaţi dintr-un epiteliu stratificat, bogat în celule glandulare şi căptuşit de ţesut conjunctiv foarte bogat în capilare, formînd reţele admirabile. Sîngele este adus la organ prin ramificaţii ale arterelor branhiale aferente *I* şi *II*. Întoarcerea sîngelui oxigenat se face prin venele jugulare. După unii autori (S c h n e i d e r), organele labirintiforme ar avea, în afară de funcţia respiratorie, şi a funcţie de rezonanţă, ablaţiunea lor aducînd o micşorare a facultăţilor auditive (fig. 79).

— Organele arborescente se întîlnesc la unele *Siluridae (Clarias, Heterobranchus)*. Ele sînt constituite fiecare din două arborescenţe

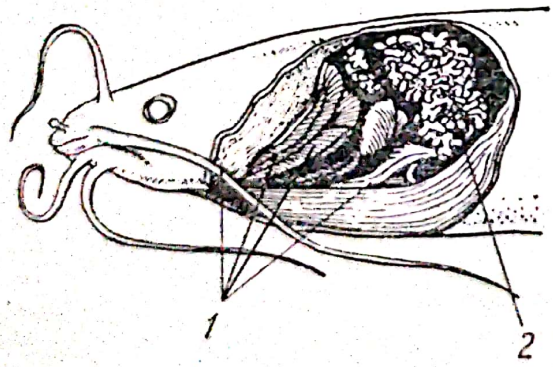


Fig. 80. Regiunea anterioară a corpului la *Clarias*, după îndepărtarea operculului (din I h l e):
1 — branhiile; *2* — organ respirator accesoriu, sorîu, arborescent.

(una anterioară, mai mică, alta posterioară, mai mare), rezultate din transformarea foiţelor superioare ale branhiilor *II* şi *IV* (fig. 80). Aceste formaţiuni arborescente se află situate într-un sac, care se deschide în camera branhială între branhiile *II* şi *III*, întinzîndu-se spre partea posterioară pînă la nivelul pectoralelor.

Pereţii arborescenţelor şi ai sacilor sînt formaţi dintr-un epiteliu gros, capilarizat, dublat de un ţesut conjunctiv vascularizat. Vascularizarea organului are loc pe seama unor ramuri ale arterelor aferente *I, II, III* şi *IV*, sîngele vărsîndu-se după hematozare în arterele eferente corespunzătoare.

— Diverticuli ai cavităţilor branhiale se întîlnesc la siluridele aparţinînd genului asiatic *Saccobranchus* (sau *Heteropneustes*). Acestea

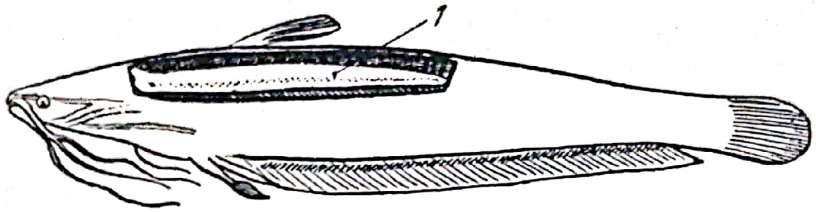


Fig. 81. Organul respirator accesoriu la *Saccobranhus*, vizibil după îndepărtarea pielii şi a musculaturii din regiunea respectivă (din I h l e):
1 — diverticulul cavităţii branhiale, formînd un organ respirator accesoriu.

sînt evaginaţii ale plafonului camerelor branhiale, apărute între arcurile *II* şi *III*, întinzîndu-se pînă în regiunea caudală (fig. 81).

Pereţii acestor diverticuli sînt formaţi dintr-un epiteliu gros, stratificat şi vascularizat, dublat de o pătură conjunctivă vascularizată, dintr-o pătură musculară formată din fibre netede şi din fibre striate, transversale şi longitudinale, care intervin în ventilarea sacilor, împreună cu mişcările cavităţilor bucofaringiene şi branhiale. Papile şi pliuri epitelioconjunctive, formate pe pereţii sacilor, dau acestora un aspect alveolar, camparabil cu acela al plămînilor de la Amfibieni.

Vascularizarea este asigurată de arterele branhiale aferente *IV* şi de arterele branhiale eferente corespunzătoare. Sacii branhiali au astfel o vascularizaţie branhială, ceea ce constituie o diferenţă importantă faţă de plămîni.

— Dispoziţii speciale ale branhiilor, permiţînd realizarea unei respiraţii care ar putea fi numită „aeriană", au fost descrise în 1947 de *Wu, Yih* şi *Chang*, la *Mastacembelus*. La acest peşte, o secreţie foarte abundentă de mucus umectează branhiile, menţine foiţele branhiale în poziţie desfăşurată şi face ca aerul să ajungă în contact cu ele sub forma de „emulsie gazoasă". În unele cazuri, vezicula gazoasă (înotătoare), poate servi drept organ respirator ajutător, aşa cum aceasta are loc la Holostei *(Amia, Lepisosteus)*, precum şi la unii Teleostei din familiile *Osteoglossidae (Heterotis, Arapaima), Mormyridae (Gymnarchus), Esocidae (Umbra), Characidae (Lebiasina)*. Experienţele realizate asupra lui *Lepidosteus* au demonstrat că acesta poate trăi într-o apă foarte săracă în oxigen, dacă are posibilitatea să înghită aer atmosferic. De asemenea, s-a putut constata experimental că, la *Umbra*, respiraţia aeriană şi cea acvatică se compensează în funcţie de conţinutul în oxigen al apei în care acest peşte trăieşte.

— În fine, o respirație intestinală destul de importantă se întîlnește la *Siluridae* și *Cobitidae*. Studii asupra dispozițiilor morfofuncționale corespunzătoare la *Misgurnus fossilis* și la diferite specii de *Cobitis* au fost realizate de cercetători români, ca Elena Lupu din Iași (1910—1935), D. Călugăreanu (1907) și T. Bușniță din București (1921). Ei au arătat că intestinul mediu și posterior al acestui pește prezintă un epiteliu bogat în capilare sanguine, care poate fi comparat cu epiteliul alveolelor pulmonare de la mamifere.

BRANHIILE LA AMFIBIENI

Larvele tuturor amfibienilor prezintă branhii întotdeauna de origine ectoblastică, avînd de obicei forma unor filamente bipenate. Ele dispar aproape întotdeauna la adult.

În decursul dezvoltării embrionare, la Urodele și Apode (Cecilii) apar pe pereții laterali ai regiunii faringiene pungile faringiene precum și arcurile viscerale. Apar apoi și branhiile externe (fig. 82) de origine ectoblastică, precum și un opercul rudimentar, sub forma unui mic repliu tegumentar, pornit din regiunea arcului hioidian.

În timpul metamorfozei, la unele familii, în mod normal dispar atît pungile faringiene cît și branhiile externe *(Salamandridae, Ambystomidae, Plethodontidae)*, dar la două din ele *(Amphiumidae, Cryptobranhidae)* rămîn cîte o pereche de crăpături, în timp ce la alte două, care sînt normal neotenice *(Proteidae* și *Sirenidae)*, persistă în stare adultă atît un număr de 1—3 perechi de crăpături, cît și trei perechi de branhii. Cum însă unele *Ambystomidae* pot prezenta și ele fenomene de *neotenie*, trebuie să subliniem că, în timp ce formele normale pierd în timpul metamorfozei orice dispoziție legată de o respirație branhială, formele neotenice o păstrează în tot timpul vieții. Astfel este cazul lui *Ambystoma tigrinum*, care-și pierde branhiile în faza adultă, în timp ce axolotl (care nu este decît forma neotenică a precedentei specii, așa cum a demonstrat-o Dumeril încă în 1876) își păstrează respirația acvatică chiar în faza adultă. Dacă însă în mod experimental axolotul își pierde branhiile și devine un urodel tipic, el respiră prin plămîni și devine întru totul identic cu *Ambystoma tigrinum*.

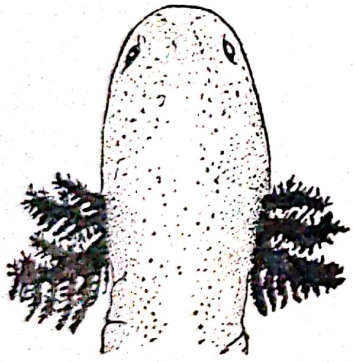


Fig. 82. Capul unei larve de *Salamandra* purtînd branhiile externe (din Weichert).

La Anure, apar la mormolocii foarte tineri 6 perechi de pungi faringiene și 6 perechi de arcuri viscerale. Prima și ultima pereche de pungi dispar însă repede, pe seama primeia formîndu-se trompele lui Eustache și urechea medie. Chiar înainte ca crăpăturile branhiale să se perforeze, apar branhiile externe, sub forma unor ridicături de se formează pe

piele în dreptul arcurilor viscerale (*III—VI*). În timp ce ridicăturile de pe arcurile *III*, *IV* și *V* se dezvoltă formînd branhii externe, ridicăturile de pe arcul VI rămîn rudimentare. Ceva mai tîrziu, o răsfrîngere tegumentară lipsită de formațiuni osoase, pornită din regiunea arcului *II* visceral (hioidian) crește spre partea caudală, acoperind branhiile externe ca un opercul și răstrîngîndu-le într-o cameră operculară.

După ce branhiile externe au funcționat un timp oarecare, puțin înaintea metamorfozei un alt rînd de branhii se dezvoltă, tot pe seama ectodermului arcurilor branhiale (fig. 83). Aceste branhii sînt consi-

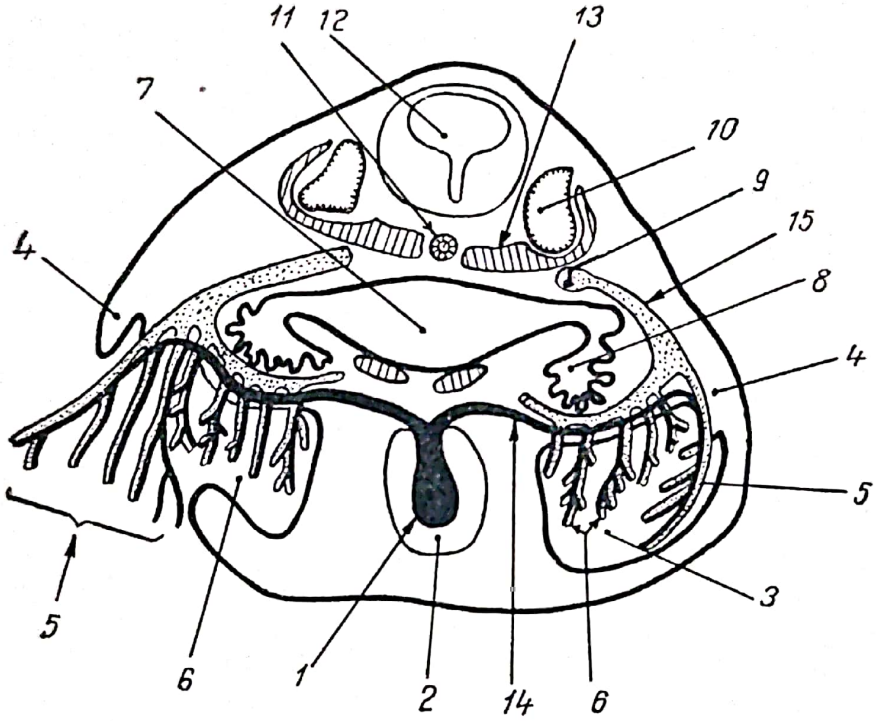


Fig. 83. Secțiune transversală (sintetică) prin capul unui mormoloc de broască. La *stînga*, cu branhiile interne și externe, la *dreapta*, după dispariția parțială a branhiilor (din J. Baer):
1 — inima; *2* — pericardul; *3* — camera branhială; *4* — operculul; *5* — branhiile externe; *6* — branhiile interne; *7* — faringele; *8* — filtrul branhial; *9* — rădăcina aortei; *10* — vezicula auditivă; *11* — notocordul; *12* — bulbul rahidian; *13* — baza neurocraniului; *14* — artera branhială aferentă; *15* — artera branhială eferentă.

derate de unii autori drept *branhii interne*, fiind întotdeauna acoperite de operculi. Ca origine însă, ele se formează tot din ectoblast. Cînd aceste branhii noi, suboperculare, s-au dezvoltat pe deplin, atunci prima generație de branhii dispare. În același timp, operculul mormolocilor crește mult în direcția ventrală și caudală, acoperind chiar locul unde vor apărea membrele anterioare. În urma acestei creșteri spre partea ventrală, cavitățile suboperculare vor conflua ventral. Deschiderea operculară dreaptă se va închide, nerămînînd decît cea

Scanned with OKEN Scanner

stîngă, ca un mic por, denumit cu totul nepotrivit „spiracul" (care nu trebuie deci confundat cu spiraculum-ul de la unii pești, derivat din prima pungă faringiană). La metamorfoză, branhiile interne se resorb, crăpăturile branhiale se închid, nemairămînînd nici o urmă din acest aparat respirator larvar.

PLĂMÎNII ȘI RESPIRAȚIA PULMONARĂ LA VERTEBRATE

Plămînii nu caracterizează în mod exclusiv numai vertebratele tetrapode, deoarece ei apar și la unele grupe de pești (Branchiopterygieni sau *Polypteridae*, Dipnoi, Crossopterygieni). Există unele indicii că grupa Antiarchi din paleozoic, aparținînd clasei Placodermi, ar fi avut diverticuli pulmonari.

PLĂMÎNII LA PEȘTI

Grupele de pești citate mai sus au plămîni saciformi, asemănîndu-se din anumite puncte de vedere cu vezica gazoasă (înotătoare), dar prezentînd totodată diferențe substanțiale, printre care trebuie să accentuăm, în primul rînd, diferența de origine, veziculele pulmonare luînd naștere la fel ca plămînii tetrapodelor de pe fața ventrală a esofagului, în timp ce veziculele înotătoare își au originea de pe fața dorsală a acestuia. Diferențe importante se referă și la vascularizarea acestor organe, precum și la structura lor fină.

Plămînii la Brachiopterygieni. *Polypterus* și *Calamoichthys* prezintă doi *plămîni saciformi* care sînt în legătură cu esofagul la partea anterioară a acestuia printr-o deschidere comună, ventrală (ușor deplasată spre dreapta), numită *glotă*, prevăzută cu un sfincter. Cercetări embriogenetice au arătat că în faze timpurii ale ontogenezei, fiecare sac pulmonar se deschide printr-o glotă proprie, dar că cea stîngă dispare o dată cu contopirea capetelor anterioare ale sacilor.

Sacul stîng este scurt (1/4 din lungimea cavității corpului), în timp ce sacul drept se întinde pînă la anus, trecînd dinspre partea ventrală, lateral, și apoi laterodorsal față de esofag (fig. 84, *a*).

Pereții interni ai acestor plămîni sînt netezi, în afară de partea lor cranială unde se formează repliuri longitudinale. Epiteliul lor este parțial ciliat și căptușit cu țesut conjunctiv. Tunica musculară este dispusă în două pături: una longitudinală, alta transversală. Sîngele aferent este adus prin arterele pulmonare care provin din porțiunea eferentă a arcului 6 aortic (și nu din aorta dorsală, cum este cazul cu vezicula înotătoare). Cele două vase pulmonare se unesc înainte de a se deschide în vena hepatică, foarte aproape de sinusul venos.

Cu toate că aceste vezicule sînt în general considerate drept plămîni foarte rudimentari, totuși nu s-a observat, în condiții naturale, ca

Polypteridele să iasă din apă şi să aibă astfel nevoie de o respiraţie aeriană. De altfel, ei nu prezintă nici coane.

Plămînii Dipnoilor. La două forme, *Protopterus* şi *Lepidosiren* (Dipneumoni) o pereche de plămîni saciformi (fig. 84, *c*) se întinde în lungul cavităţii corpului. Pedunculii acestor plămîni se prind de faţa ventrală a esofagului, imediat înapoia faringelui. Deschiderile lor poartă

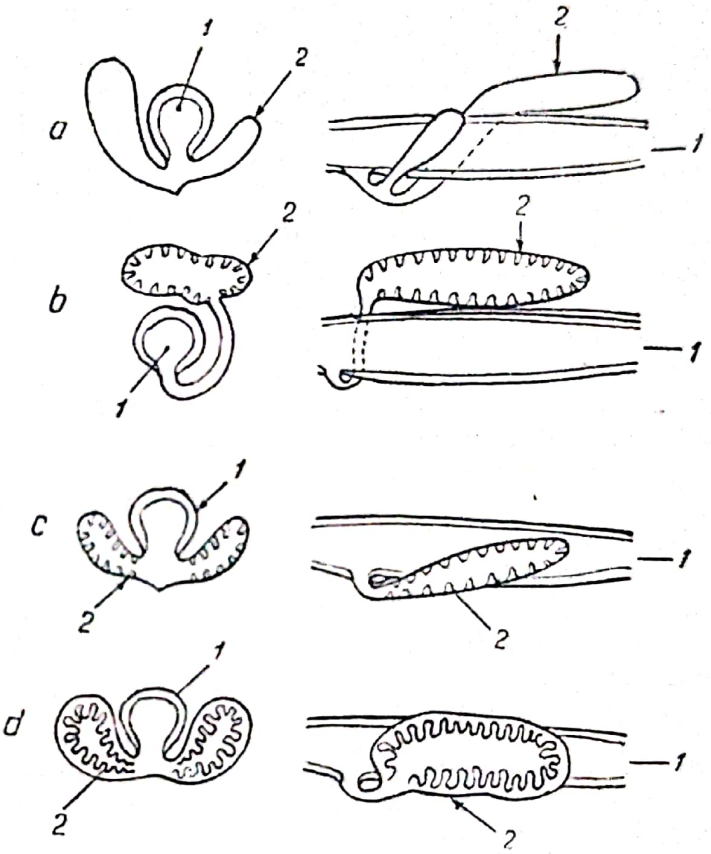


Fig. 84. Plămînii la peşti şi la un tetrapod: secţiuni transversale şi longitudinale (după Weichert):
a — *Polypterus* şi *Calamoichtys*; *b* — *Neoceratodus*; *c* — *Lepidosiren* şi *Protopterus*; *d* — amniot: *1* — tubul digestiv; *2* — plămînii.

numele de *glote*, au formă de crăpături şi sînt prevăzute cu un sfincter. La *Neoceratodus* (Monopneumoni) nu există decît plămînul drept (fig. 84, *b*), stîngul rămînînd rudimentar şi lipsit de canalul său de deschidere.

Cu toate că plămînii dipnoilor sînt diverticuli ventrali ai esofagului, totuşi, din cauza rotaţiei pe care o efectuează în jurul acestuia, poziţia lor devine în cele din urmă dorsală.

Suprafaţa respiratorie este mărită printr-o alveolizare puternică, septumuri primare *(I)* delimitînd camere primare sau alveole subîmpărţite la rîndul lor prin septumuri de ordinul secundar (*II*), la *Neoceratodus, Lepidosiren, Protopterus* putînd apărea chiar septumuri de ordinul *III*. La acesta din urmă, organizaţia plămînului seamănă cu aceea a tetrapodelor inferioare.

Dintre cele două artere pulmonare, artera dreaptă vascularizează faţa dorsală a fiecărui plămîn, în timp ce artera stîngă irigă faţa lor

ventrală. Cele două vene pulmonare, formate pe partea ventrală a fiecărui plămîn, se deschid în atriul stîng.

Dipnoii au orificiul posterior al fiecărei fose nazale emigrat sub maxilarul superior, astfel încît unii autori îl iau drept o coană adevărată, ceea ce i-a făcut să denumească acest grup cu termenul de *Choanichthyes* (adică pești cu coane). Această interpretare a orificiilor posterioare a foselor nazale este controversată astăzi de majoritatea autorilor, denumirea de *Choanichthyes* trebuind să fie astfel părăsită.

Respirația pulmonară joacă un rol mult mai important la Dipnoi decît la Brachiopterygieni. *Protopterus* și *Lepidosiren* au în mod alternativ perioade de respirație acvatică (prin branhii) și perioade de respirație aeriană (prin plămîni). Într-adevăr, în timpul sezonului uscat, cînd bălțile unde trăiesc se usucă aproape complet, acești Dipnoi se îngroapă în pămîntul argilos al fundului, se învelesc într-un cocon de mucus care-i protejează împotriva uscăciunii și respiră exclusiv prin plămîni.

Plămînii Crossopteriygienilor. Grupa fosilă *Rhipidistia*, socotită drept grupa de origine a tetrapodelor, posedă plămîni funcționali.

Crossopterygienii actuali, recent descoperiți (aparținînd genului *Latimeria*), respiră prin branhii, dar conservă încă un plămîn unic, degenerat, de dimensiuni foarte mari. De formă cilindrică, așezat, între partea inferioară a esofagului și extremitatea posterioară a cavității abdominale, plămînul ia naștere pe partea medioventrală a esofagului, dirijîndu-se apoi lateral spre dreapta, pentru a lua în cele din urmă o poziție dorsală.

Din punctul de vedere structural, plămînul oferă un tub central (aflat în legătură cu esofagul) care se îngustează din ce în ce mai mult mergînd caudal. El este înconjurat de pereți groși, conjunctivo-adipoși, incluși într-un fel de sac membranos.

Raportul filogenetic al plămînilor cu vezicula gazoasă. Unii autori afirmă că plămînii derivă din vezicula gazoasă, sau invers. Numeroase argumente au fost aduse în sprijinul acestor ipoteze, cu toate că vezicula gazoasă și plămînii prezintă caractere diferențiale de primă importanță. Aceste argumente sînt următoarele:

— Chiar dacă vezicula gazoasă ia naștere sub forma unui diverticul dorsal al intestinului anterior, iar plămînii sub forma a două diverticule ventrale, există forme cu dispoziții care ar putea indica etape de tranziție între ambele organe. Astfel, apăruți din partea ventrală a esofagului, plămînii Dipnoilor capătă o poziție definitivă dorsală, în urma unei rotații în jurul esofagului. De asemenea, cei doi plămîni de la *Polypteridae* prezintă o dispoziție asimetrică, cel stîng fiind mult mai mic decît cel drept. Asimetria plămînilor se accentuează încă și mai mult la *Neoceratodus*, în urma dispariției plămînului stîng.

— Unele vezicule gazoase au o structură spongioasă, asemănătoare cu aceea a plămînilor de la Dipnoi.

— În ceea ce privește irigația plămînilor și irigația veziculei gazoase, care prezintă (după cum am văzut) iarăși diferențe fundamentale, se subliniază că la Amia, vezicula gazoasă are o vascularizare aferentă asemănătoare cu aceea a plămînilor.

— În fine, la unii reprezentanți inferiori ai grupei *Osteichthyes* (Holostei, Clupeiforme, Cypriniforme), vezicula gazoasă poate îndeplini funcția

Scanned with OKEN Scanner

de organ ajutător al respirației. De aici concluzia care a fost trasă că funcția primitivă a veziculei gazoase a fost cea respiratorie, dar că ea a fost înlocuită apoi de cea hidrostatică.

O analiză temeinică a argumentelor enumerate mai sus ne permite să constatăm că multe caractere din cele comune celor două organe au putut să apară și printr-o adaptare convergentă. Pe de alte parte, trebuie să subliniem faptul că nici dipnoii, nici crossopterygienii și nici polypteridele nu constituie grupul de origine al peștilor osoși *(Osteichthyes)*, după cum nici aceștia din urmă nu reprezintă grupa ancestrală a precedenților sau a tetrapodelor.

Toate aceste considerații nu ne permit să acceptăm existența unor raporturi filogenetice directe între vezicula gazoasă și plămîni. Raportul între aceste două categorii de formațiuni este de altă natură. După cum au arătat cercetările embriologice, amîndouă ar putea să derive din pungi branhiale rudimentare, situate imediat în urma ultimelor pungi branhiale, care vor da naștere fantelor branhiale. Se admite în general că, în cazul plămînilor, aceste pungi s-au deplasat ventral, în timp ce în cazul veziculei gazoase, ele s-au deplasat dorsal față de esofag.

SISTEMUL PULMONAR LA VERTEBRATELE TERESTRE

Dezvoltarea embrionară. Așa cum am văzut deja, plămînii se formează pe seama regiunii ventrale a intestinului anterior, situată imediat după regiunea branhială.

La tetrapodele inferioare, schița embrionară a aparatului pulmonar apare sub forma unor evaginații perechi, situate imediat în urma ultimei perechi de pungi entobranhiale (fig. 85). Aceste evaginații cresc spre partea posterioară formînd doi saci pulmonari. În același timp, se diferențiază din regiunea posterioară a faringelui, chiar din locul unde au apărut cele două evaginații pulmonare, o formațiune nepereche care va da naștere la Batracieni: camerei laringotraheale, prin intermediul căreia sacii pulmonari se pun în legătură cu partea posterioară a cavității bucofaringiene. La reptile, această formațiune va da naștere la laringe, trahee și bronhii extrapulmonare. Paralel cu aceasta, sacii pulmonari cresc în direcția posterioară, intră în cavitatea generală, unde se acopără cu foițele pleurale. Totodată, suprafața internă a sacilor pulmonari se mărește, prin dezvoltarea unei rețele complicate de repliuri care transformă această suprafață într-o formațiune alveolară.

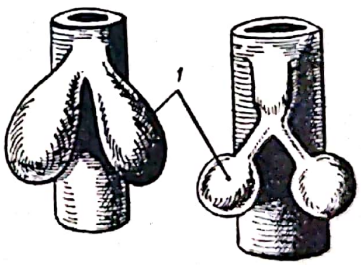


Fig. 85. Formarea plămînilor la broască (din Ihle):
1 — schița embrionară a plămînilor.

La tetrapodele superioare, lucrurile se petrec puțin altfel, deoarece schița nepereche a căilor respiratorii apare înainte de apariția schițelor celor doi plămîni, sub forma unui jgheab (gutieră) ce se dezvoltă pe partea posteroventrală a faringelui, imediat în urma ultimelor pungi entobranhiale. Din partea posterioară a acestei gutiere se diferențiază apoi schițele embrionare ale celor doi plămîni, mai întîi sub forma căilor intrapulmonare, adică a arborelui bronhic.

În acest mod, chiar din timpul dezvoltării lor embrionare, plămînii amfibienilor și ai reptilelor, de tip saciform, diferă de plămînii păsărilor și mamiferelor, de tip parenchimatos.

Amfibienii. Sistemul pulmonar este format din doi *saci pulmonari* și din *căi respiratorii extrapulmonare*, la Anure de cele mai multe ori reduse la o simplă cameră laringotraheală, în care se deschid direct cei doi plămîni. Anterior, camera laringotraheală se deschide în cavitatea bucofaringiană. La unele Urodele și la Gymnophioni, însă, există o trahee mai mult sau mai puțin lungă, a cărei parte anterioară este puțin dilatată, constituind un laringe.

Laringele este o cameră care comunică printr-o deschidere în formă de crăpătură, numită *glotă*, cu faringele. La *Necturus*, glota este mărginită de o pereche de cartilaje laterale, derivate din ultima pereche de arcuri viscerale. La alți amfibieni, laringele este întărit de o pereche superioară de cartilaje aritenoide, care înconjură glota și de o pereche inferioară de cartilaje cricoide care pot fuziona, formînd un inel cartilaginos (fig. 86). La *Salientia*, în laringe apare o pereche de coarde vocale, iar la mascul și saci vocali, care nu sînt altceva decît evaginări saciforme ale cavității orale. Ele sînt situate sub piele și servesc drept camere de rezonanță, care amplifică sunetele.

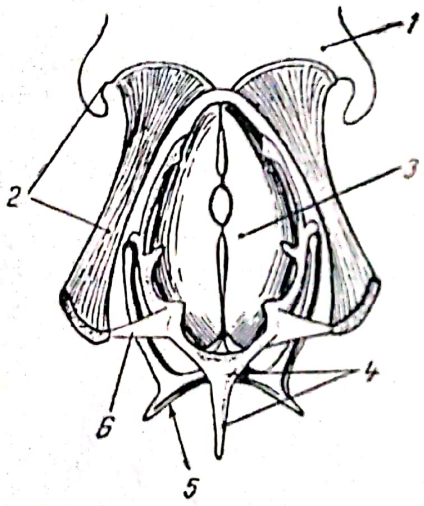


Fig. 86. Cartilajele laringelui la *Rana esculenta*, văzute dorsal (după Gaupp, din Ihle):

1 — cartilajul hioid; *2* — apofizele cartilajului hioid; *3* — cartilajul aritenoid; *4* — cartilajul cricoid; *5* — apofiza traheală a cartilajului cricoid; *6* — ligament hiocricoidian.

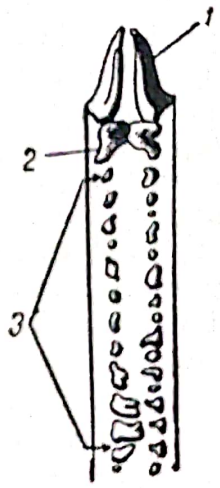


Fig. 87. Laringele și traheea la *Siren* (din Ihle):

1 — cartilajele aritenoide; *2* — cartilajele cricoide; *3* — cartilajele traheale.

Traheea este în general foarte scurtă. La Anure ea este de obicei redusă la o cameră laringotraheală. La Urodele, traheea este totuși bine definită ca formațiune, putînd ajunge la unele forme, ca *Siren* (fig. 87)

și *Amphiuma*, la o lungime de 4—5 cm. Ea este întărită de mici *cartilaje traheene*, care la Caecili au forma de semiinele. La *Pipidae*, la care plămînii funcționează ca organe hidrostatice, traheea este iarăși bine conturată.

Bronhiile, foarte scurte și ele (atunci cînd există), sînt căptușite cu un epiteliu ciliat. Ele nu se prelungesc în interiorul plămînilor prin căi intrapulmonare, continuîndu-se cu pereții sacilor pulmonari.

Sacii pulmonari au o structură relativ simplă.

La Urodele, plămînii au pereți interni de cele mai multe ori netezi și foarte rar alveolați, mai ales în partea lor anterioară (fig. 88). La unele Urodele, plămînii nu se dezvoltă de loc (fam. *Plethodontidae*) și respirația este realizată, în faza adultă (după resorbția branhiilor), exclusiv prin intermediul pielii (respirație cutanată), precum și prin intermediul mucoasei bucofaringiene. La unele forme, ca *Necturus*, care-și păstrează branhiile în fază adultă, dar la care apar totodată și plămînii, aceștia din urmă joacă un rol redus în schimburile de gaze, rol limitat probabil la cazul cînd animalul se află în emergență. De altfel, extirparea pe

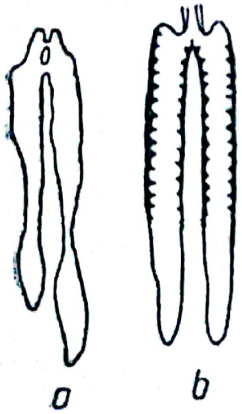


Fig. 88. Plămînii la Urodele (schemă din Smalhausen):
a — *Necturus*, *b* — *Salamandra*.

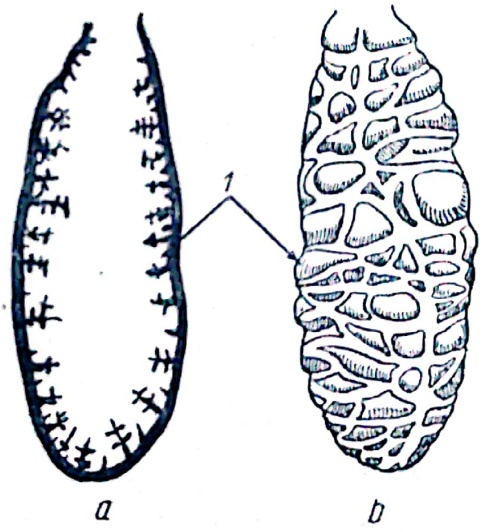


Fig. 89. Plămînul la *Rana* (combinat, din Ihle):
a — schema structurii interne; *b* — văzut la exterior; *1* — pereții alveolari.

cale chirurgicală a plămînilor unor Urodele a demonstrat că aceștia au o importanță minimă, sau nu au nici o importanță în schimbările gazoase necesare menținerii vieții.

La Anure, pereții pulmonari prezintă un sistem destul de complicat de repliuri delimitînd alveole primare, iar în interiorul acestora alveole mai mici, secundare, terțiare etc., ceea ce conferă acestor pereți un aspect spongios (fig. 89). Marginile extreme ale repliurilor care pro-

Scanned with OKEN Scanner

emineză în lumenul organului sînt acoperite cu un epiteliu cilindric şi ciliat.

În general, amfibienii cu un gen de viaţă mai puternic legat de mediul terestru au o suprafaţă alveolară, respiratorie, mai mare decît aceia a căror viaţă este mai mult legată de mediul acvatic.

Mecanismul ventilării pulmonare este cu totul deosebit la amfibieni. Animalul aspiră aer prin nări în cavitatea bucală, prin coborîrea planşeului acesteia. În momentul revenirii lui la poziţia normală, cavitatea bucală se micşorează, iar aerul este împins spre laringe şi plămîni, dat fiind că drumul spre exterior, prin fosele nazale, se închide prin valvule speciale care acoperă nările. Expiraţia este realizată prin contracţia musculaturii abdominale.

Reptilele. Căile respiratorii extrapulmonare se alungesc şi se diferenţiază mai bine decît la Amfibieni. Plămînii rămîn încă de tip saciform, dar aceia de la Crocodilieni şi Chelonieni marchează deja o trecere spre plămînii parenchimatoşi. De asemenea, se schiţează un început de *căi respiratorii intrapulmonare.*

Laringele este întărit de două *cartilaje aritenoide* şi un *cartilaj cricoid* în formă de inel necomplet. La Crocodilieni apare şi un *cartilaj tiroid.* La unii Lacertilieni şi Chelonieni apare o *epiglotă* care acoperă orificiul glotei. La *Geckonidae* şi *Cameleonidae* apar *corzile vocale,* care le permit să emită sunete.

Traheea este relativ scurtă la Saurieni, dar la Crocodilieni şi la Chelonieni ea este extrem de lungă. Cartilajele traheene sînt bine dezvoltate, avînd de obicei forma unor benzi localizate pe părţile laterale şi ventrală. La unele şopîrle, la unii şerpi precum şi la *Sphenodon,* ele formează însă inele complete. La unele reptile şi bronhiile pot avea cartilaje.

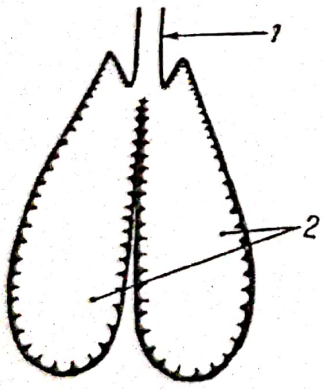


Fig. 90. Plămînii şi traheea la *Sphenodon* (schemă din I h l e): *1* — traheea; *2* — sacii pulmonari cu pereţii slab alveolaţi.

Plămînii prezintă aici o structură mai complexă decît la amfibieni. Şerpii şi şopîrlele se caracterizează prin lipsa de simetrie a celor doi plămîni, la şerpi cel stîng putînd lipsi, la şopîrle unul din ei (uneori cel drept, alteori cel stîng) fiind mai puţin dezvoltat. La toate reptilele bronhiile extrapulmonare nu se mai deschid la capătul proximal al fiecărui plămîn, ci pe faţa sa „medială", dat fiind că vîrful anterior al plămînului s-a dezvoltat în direcţie anterioară, mărindu-se astfel capacitatea pulmonară.

Structura cea mai simplă a sacilor pulmonari se întîlneşte la *Sphenodon* şi la şerpi, unde pereţii prezintă *infundibuli alveolari* simpli (fig. 90). La aceştia din urmă, alveolele sînt dezvoltate numai în porţiunea proximală a plămînilor. O structură mai evoluată se întîlneşte la şopîrle, la care alveolele sînt mai complicate şi unde, la unele specii, pot apărea septe care împart

cavitatea plămînului în camere, care comunică între ele, fie în regiunea proximală, fie în regiunea distală a plămînului (fig. 91).

Structura cea mai evoluată a plămînilor se întîlnește însă la Crocodilieni, la Chelonieni, în special la cei marini (de exemplu, *Thalassochelys)* (fig. 92). Aici septele (repliurile) primare pătrund așa de adînc în interiorul sacului pulmonar încît capetele lor (acoperite cu un epiteliu cilindric și ciliat) schițează în continuarea bronhiei extrapul-

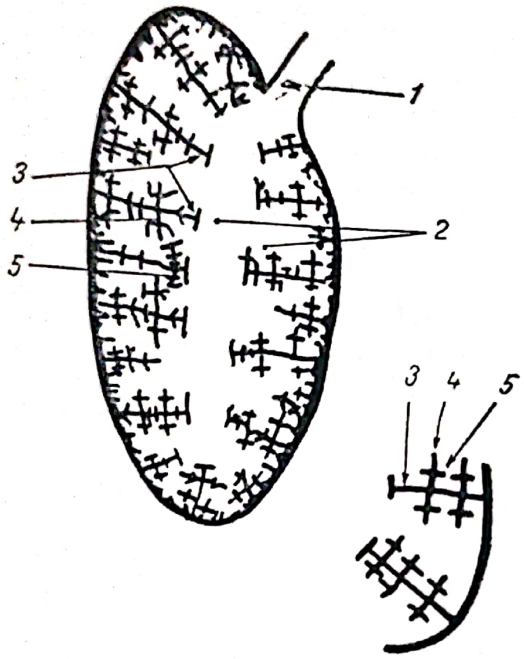


Fig. 91. Schema structurii generale a plămînului la reptile (după V i a l l e t o n):

1 — bronhie extrapulmonară; *2* — schițele unor căi intrapulmonare; *3* — septele de ordinul *I*; *4* — septele de ordinul *II*; *5* — septele de ordinul *III*.

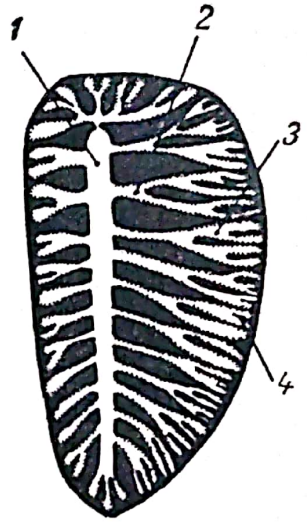


Fig. 92. Schema structurii plămînului la *Thalassochelys* (din I h l e):

1 — schița bronhiei de ordinul *I*; *2* — schița bronhilor de ordinul *II*; *3* — schița bronhiilor de ordinul *III*; *4* — schița bronhiile de ordinul IV;

monare calea unei bronhii principale intrapulmonare. În pereții acesteia, la Crocodilieni și la Chelonieni apar noduli cartilaginoși care o întăresc.

Camerele laterale delimitate de septele principale sînt la rîndul lor subîmpărțite prin septe secundare, terțiare etc., în cămăruțe de ordin mai mic sau *alveole*. În urma dezvoltării puternice a septelor secundare, din camerele laterale principale, în interiorul acestora se schițează căi sau *bronhii secundare*, care conduc în camere de ordin secundar. Capetele acestor septe secundare sînt acoperite de un epiteliu cilindric și vibratil, la fel ca și capetele septelor principale, ceea ce conferă căilor delimitate de ele aspectul unor adevărate *bronhii*. În cazurile cele

mai evoluate, apar la unii Chelonieni acvatici şi schiţe de bronhii terţiare (fig. 92). Plămînii iau astfel un aspect parenchimatos, constituind o treaptă de trecere spre plămînii tipic parenchimatoşi de la păsări şi mamifere.

La unele reptile (*Geckonidae* şi cameleoni), plămînii se continuă cu *saci aerieni*.

Ventilarea plămînilor are loc, la reptile, printr-o lărgire şi micşorare periodică a cavităţii abdominale, şi ca urmare, şi a plămînilor, graţie contracţiilor musculaturii abdominale şi costale.

Păsările. Atît căile respiratorii cît şi plămînii păsărilor sînt de un tip mai evoluat decît la reptile, apărînd aici un sistem foarte complex de căi intrapulmonare pe deplin diferenţiate şi anastomozate între ele. La toate păsările, plămînii se află în legătură atît cu sacii aerieni, cît şi cu spaţiile pneumatice din interiorul scheletului.

Laringele este destul de rudimentar şi lipsit de corzi vocale. El nu contribuie la emiterea sunetelor, la care serveşte siringele situat la ramificarea traheei. În pereţii săi se găsesc cartilajele pe care le-am întîlnit deja la reptile: *cartilajele aritenoide* şi *cartilajul cricoid*, care poate prezenta un segment suplimentar, dorsal, *procricoidul*.

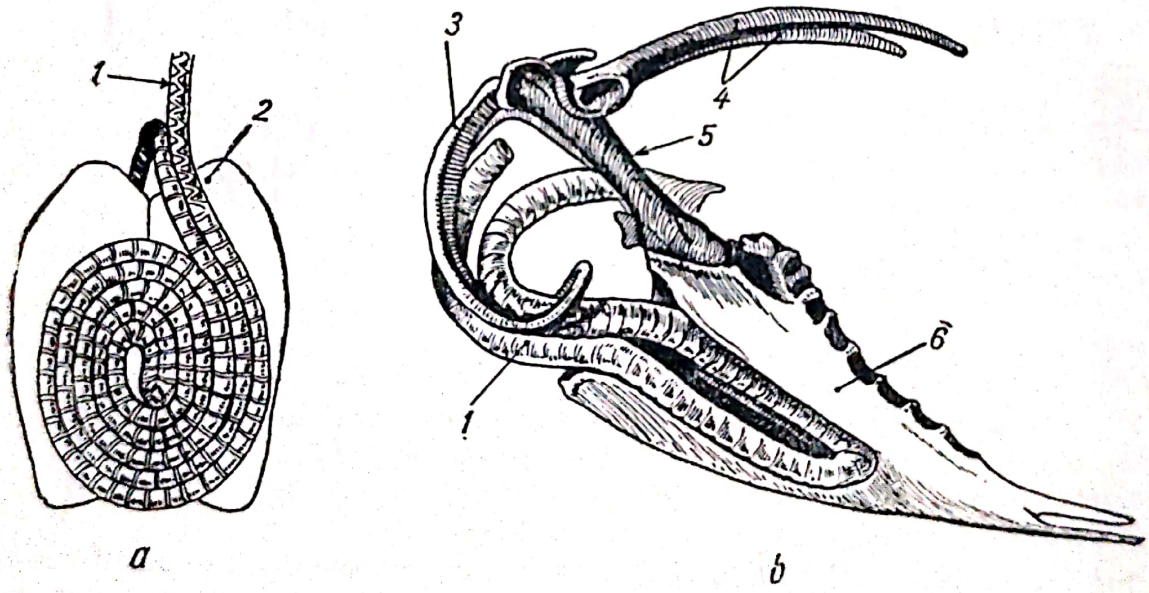


Fig. 93. *a* — traheea la *Baryta* sp. (*Lariidae*); *b* — traheea la *Cygnus* (lebădă): *1* — traheea; *2* — muşchii pectorali; *3* — clavicula; *4* — scapularul; *5* — coracoidul; *6* — sternul.

Traheea are o lungime în general proporţională cu aceea a gîtului. În unele cazuri însă, ea poate fi mai lungă, prezentînd în acest caz îndoituri sau anse, situate sub pielea regiunii toracice sau abdominale, sau între muşchi şi stern (fig. 93, *A*). La lebede şi cocori, o ansă a traheei este situată într-o cavitate specială din carena sternală, care serveşte astfel drept *rezonator* (fig. 93, *B*). O situaţie cu totul neobişnuită

se întîlnește la pinguin la care traheea este dublă, duplicarea ei începînd la circa 1 cm mai jos de laringe.

Pereții traheei sînt întăriți prin cartilaje avînd formă de inele complete. Ele pot fi deseori calcifiate sau osificate.

La bifurcarea traheii, mai rar pe bronhii, se află *siringele (syrinx)*, organ fonator, cu totul particular păsărilor. Structura sa este foarte variabilă. Părțile sale fundamentale sînt următoarele: un schelet de susținere derivat din inelele traheene, membrane vibrante, de obicei în număr de două perechi (membranele timpaniforme externe și interne), la care se mai adaugă la grupele cele mai evoluate și o membrană semilunară precum și mușchi a căror contracție schimbă poziția acestor membrane (fig. 94). Absenți la unele grupe (de ex. struții, berzele), acești mușchi oferă un maximum de complexitate la păsările *(Passeriformes)* unde cele cîntătoare *(Oscines)* pot avea 7—9 perechi, spre deosebire de cele necîntătoare care nu au decît 2—3 perechi de mușchi.

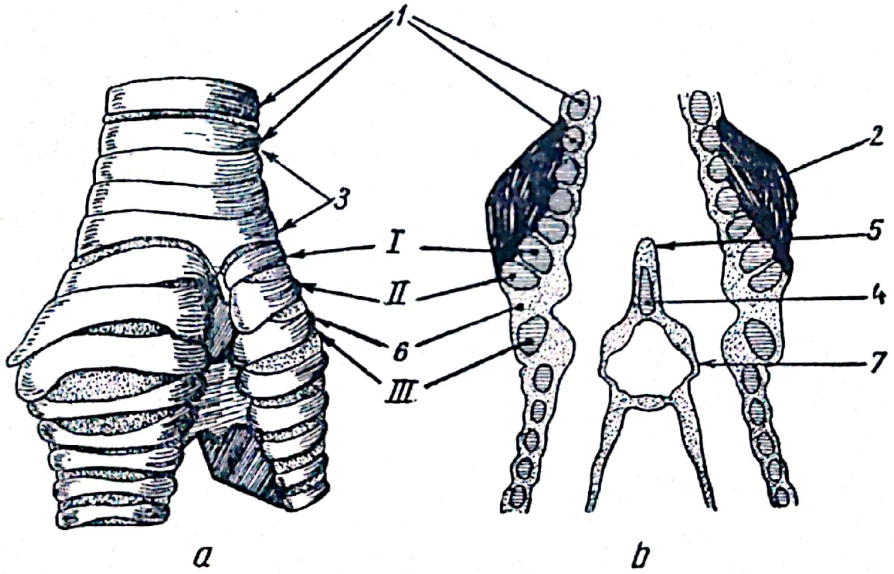


Fig. 94. Structura sirinxului la o pasăre cîntătoare (din A. Portmann):
a — văzut la exterior; *b* — în secțiune:
1 — cartilajele traheale; *2* — mușchiul sirinxului; *3* — timpanul (tambur sau tobă); *4* — pessulusul; *5* — membrana semilunară; *6* — membrana timpaniformă externă; *7* — membrana timpaniformă internă; *I, II, III* — cartilajele bronhiilor.

Bronhiile primare extrapulmonare, rezultate din bifurcarea traheii, au de asemenea inele cartilaginoase de susținere. Fiecare bronhie pătrunde în plămînul corespunzător pe partea medioventrală a acestuia.

Plămînii la păsări sînt relativ mici, puțin elastici, așezați dorsal și lipiți de coaste și de vertebrele toracice. Ei sînt înveliți în *pleure*, între care se află o *cavitate pleurală*. La partea lor caudală se întinde

septumul oblic, care subdivide cavitatea generală în o parte anterioară unde se află inima învelită de pericard și plămînii înveliți de pleure, și o parte posterioară unde se află celelalte organe. Pe septumul oblic se inseră fascicule musculare derivate din oblicul extern, care, contractîndu-se, pot trage septumul înapoi, contribuind astfel la mărirea volumului pulmonar. În acest mod, septumul oblic poate fi comparat într-o oarecare măsură cu diafragmul mamiferelor.

Pătrunzînd în interiorul plămînului, bronhia primară extrapulmonară se lărgește dînd naștere la un vestibul și se continuă apoi sub numele de *mezobronhie* care traversează plămînul în toată lungimea sa, pentru a se deschide la partea sa caudală într-un mare *sac aerian* (sacul abdominal).

Din mezobronhie se desprind 4—6 *bronhii secundare* ventrale, care se ramifică la rîndul lor. De partea opusă, se formează 6—10 bronhii secundare dorsale care se ramifică și ele, aceste ramificații punîndu-se în legătură cu cele ale bronhiilor ventrale. O altă serie de bronhii secundare externe (aproximativ 8), pleacă de pe partea externă a mezobronhiei, la unele grupe de păsări putîndu-se forma și un grup de bronhii secundare dorsolaterale (7—9 la struți). Bronhiile secundare ventrale corespund cu entobronhiile lui Huxley și Juillet. Toate celelalte bronhii secundare corespund ectobronhiilor aceloraşi autori.

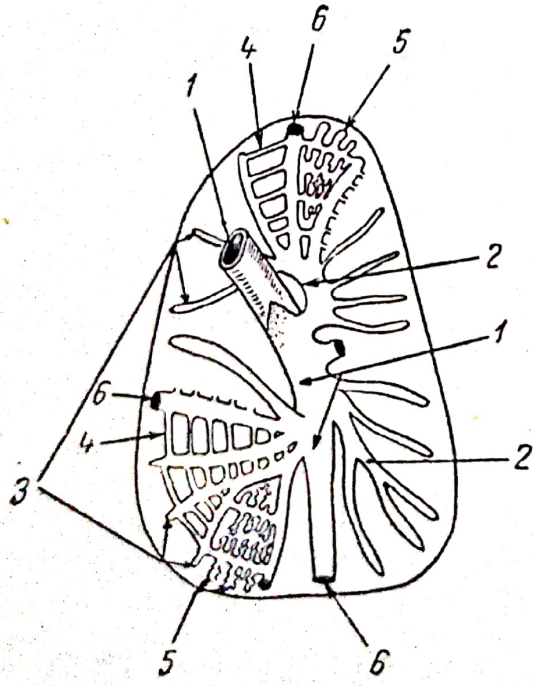


Fig. 95. Schema structurii plămînului la pasăre (după Kingsley):
1 — bronhia principală sau mezobronhie; *2* — entobronhii; *3* — ectobronhii; *4* — parabronhii; *5* — bronhiole; *6* — locurile de continuare a bronhiilor cu sacii aerieni (secționate).

Bronhiile secundare sînt legate între ele printr-un sistem de tuburi paralele, egal calibrate, și avînd un diametru mai mic de 0,5 mm. Ele se numesc *parabronhii* (fig. 95). De pe parabronhii pleacă radiar *bronhiolele* respiratoare care se continuă cu *capilarele aeriene*. Acestea pun în legătură diferitele sisteme de parabronhii (fig. 96). O rețea de capilare sanguine se întrepătrunde în mod intim cu rețeaua de capilare aeriene. După unii autori, în anumite cazuri, pereții capilarelor aeriene ar dispărea la contactul lor cu capilarele sanguine, ușurîndu-se astfel schimbul gazos (de ex. la păsările colibri).

Ceea ce caracterizează structura internă a plămînilor la păsări, în contrast cu aceea de la mamifere, este structura lor tubulară, în care tuburile comunică între ele, neprezentînd terminații „oarbe" pe care le găsim în plămînul mamiferelor, la nivelul acinilor și alveolelor pulmonare.

Scanned with OKEN Scanner

Sacii aerieni constituie o parte anexă, importantă, a sistemului respirator de la păsări, chiar dacă ele mai îndeplinesc și alte funcții (ușurarea greutății specifice a corpului, răcorirea în timpul zborului a organelor interne printre care se insinuează, formarea unui înveliș pneumatic care apără organismul împotriva presiunii curenților aerieni).

Sacii aerieni se află în prelungirea fie a mezobronhiei, fie a unor bronhii secundare (fig. 97).

1) Sacii cervicali pot fi perechi, dar pot fuziona pentru a forma un singur sac nepereche. De la ei pornesc prelungiri înspre vertebrele cervicale, spre interiorul acestora și al vertebrelor toracice, precum și înspre coaste.

2) Sacii interclaviculari, reuniți în mod obișnuit într-un sac nepereche, situat ventral față de esofag. El comunică cu spațiile aeriene din stern, centura scapulpară, humerus și coaste. Prelungirile sale înconjură traheea și siringele.

3) *Sacii toracici anteriori* sau *pretoracici* (perechi), prezintă o importanță mai mică și un volum mai redus.

4) Sacii toracici posteriori sau *posttoracici* (perechi) sînt iarăși mai puțin importanți.

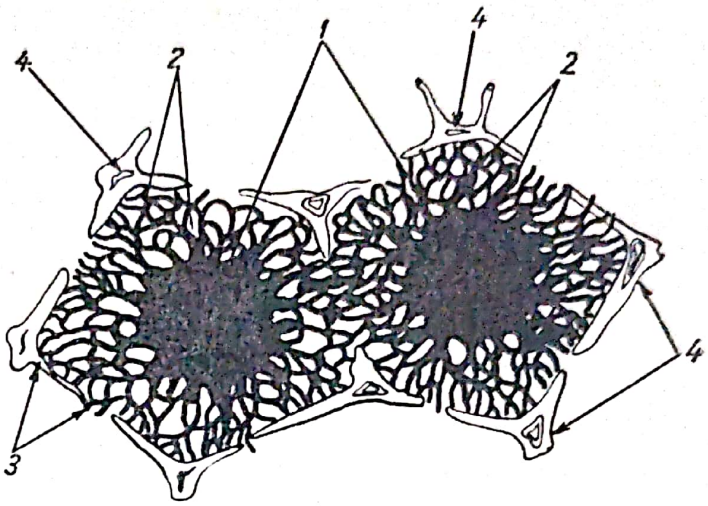


Fig. 96. Structura sistemului parabronhiilor la păsări (schemă din P. Grassé):

1 — parabronhie, secționată transversal; *2* — bronhiolele, pornind radiar de pe parabronhii; *3* — capilarele aeriene; *4* — capilarele sanguine.

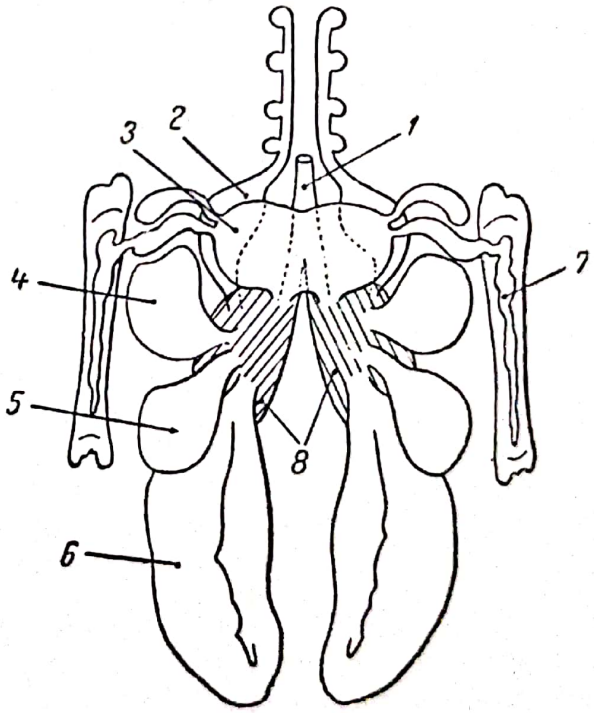


Fig. 97. Sacii aerieni la păsări (schemă, din Ihle):

1 — traheea; *2* — sacul cervical; *3* — sacul clavicular; *4* — sacul pretoracic; *5* — sacul posttoracic; *6* — sacul abdominal; *7* — humerusul pneumatizat; *8* — plămînii.

5) *Sacii abdominali* (perechi) sînt de obicei puternic dezvoltaţi. Ei se ramifică printre viscerele abdominale şi intră în legătură cu spaţiile pneumatice din centura pelviană, vertebrele lombare şi sacrale, femur.

În afară de raporturile lor cu plămînii prin mezobronhie şi unele bronhii secundare, sacii pulmonari mai oferă încă un alt sistem de legătură cu aceştia, prin intermediul bronhiilor recurente sau *sacobronhii*. Numai sacul cervical nu le are. Sacobronhiile se deschid fie în bronhiile secundare ventrale, fie în unele parabronhii.

Sacii aerieni joacă un rol primordial în aerisirea plămînilor în timpul zborului. Numeroase detalii referitoare la modul lor de funcţionare nu au fost încă suficient elucidate. Totuşi, se poate admite, în general, următoarele:

Cînd pasărea este în repaus, aerul intră în căile respiratorii, pătrunzînd în plămîni şi apoi în sacii aerieni, graţie acţiunii muşchilor intercostali care dilată cuşca toracică. La expiraţie, cînd cuşca toracică se strînge, aerul din sacii aerieni trece prin bronhiile recurente înapoi în plămîni, intrînd astfel în sistemul de comunicaţie dintre parabronhii şi dintre capilarele aeriene. De aici, aerul trece în mezobronhie de unde poate să fie eliminat afară, sau să intre din nou în circulaţie ajungînd în sacii aerieni.

În timpul zborului, mişcarea aerului din sacii aerieni poate să aibă loc în urma presiunii viscerelor înconjurătoare şi mai ales prin presiunea exercitată de către contracţia muşchilor zborului (în special pectoralii) şi a mişcărilor aripei. Cu cît o pasăre zboară mai repede, cu atît mai rapidă este circulaţia aerului prin întregul sistem respirator. În această ordine de idei, este interesant să amintim că cele mai bune zburătoare dintre păsări au sacii aerieni cel mai puternic dezvoltaţi.

Pentru că în plămînii păsărilor nu există terminaţii oarbe (în „fund de sac"), nu există nici stagnare de aer ca la mamifere (aer rezidual). Cel mult, o anumită cantitate de aer rezidual poate să rămînă în sacii pulmonari. Iată de ce oxidările se desfăşoară mai energic la păsări, iar temperatura corpului lor, constantă ca şi la mamifere, este totuşi mai înaltă decît la acestea din urmă.

Mamiferele. Căile respiratorii extra- şi intrapulmonare sînt bine dezvoltate la mamifere, ultimele lor ramificaţii terminîndu-se însă în „fund de sac", în *acinii pulmonari*. Plămînii sînt de tip parenchimatos. Ei sînt înveliţi în pleure.

Laringele este o cameră bine dezvoltată (fig. 98), ai cărei pereţi sînt întăriţi de aceleaşi elemente cartilaginoase pe care le-am întîlnit la celelalte vertebrate (o pereche de cartilaje aritenoide, un cartilaj cricoid), la care se mai adaugă şi cartilajul tiroid (iniţial pereche, dar devenit nepereche în urma fuzionării), provenit ca şi precedentele din resturile arcurilor viscerale (IV şi V). Acesta este încă sprijinit pe corpul hioidului la Monotreme, dar la celelalte mamifere porţiunea laringiană a scheletului visceral se degajă de cea hioidiană, cartilajul tiroid rămînînd legat numai prin ligamente de coarnele posterioare ale hioidului. Între cartilajul tiroid şi cartilajele aritenoide se găsesc întinse o pereche de repliuri membranoase, conţinînd elemente elastice şi muşchi, denu-

Scanned with OKEN Scanner

mite *corzi vocale*. Gradul de întindere a acestor membrane (de care depinde și înălțimea sunetelor produse) este reglat prin rotația cartilajelor aritenoide pe cartilajul cricoid.

Corzile vocale vibrează atunci cînd sînt lovite de aerul expirat, emițînd sunete. Ele pot însă lipsi la unele Cetacee sau să fie foarte reduse, ca la *Otaria*, fără ca prin aceasta producerea sunetelor să fie oprită. Înaintea corzilor vocale poate exista o altă pereche de repliuri ale mucoasei, denumite „corzi vocale false", deoarece ele nu servesc la producerea sunetelor.

Pe pereții laterali ai laringelui, între fiecare coardă adevărată și fiecare coardă falsă de pe aceeași parte există cîte o înfundătură, denumită *ventriculul lui Morgagni*,

Sunetele emise în laringe pot să fie amplificate grație formării unor cavități de rezonanță, în raport cu laringele. Astfel, la cetaceele *odontocete* mucoasa laringiană formează saci perechi, pe cînd la cetaceele *mystacocete*, saci neperechi. La maimuțele urlătoare se dezvoltă un sac nepereche și saci laterali, dintre care o pereche pornește de la ventriculele lui Morgagni. Sacul nepereche este adăpostit în corpul osului hioid, care se dilată și formează o ampulă osoasă. La unele maimuțe antropomorfe (gorila), laringele prezintă numeroși *saci vocali*, al căror capăt posterior poate ajunge pînă sub mușchii pectorali.

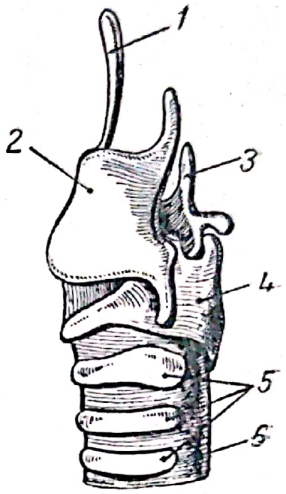


Fig. 98. Laringele la *Capreolus* văzut din profil (din Ihle):
1 — epiglotă; *2* — cartilajul tiroid; *3* — cartilajul aritenoid; *4* — cartilajul cricoid; *5* — cartilajele traheene; *6* — traheea.

La mamifere (ca și la crocodili) apare un repliu anterior nepereche, întărit de o formațiune cartilaginoasă (de neoformație) sprijinită pe cartilajul tiroid. Este *epiglota*, care în momentul deglutiției poate acoperi orificiul faringolaringian.

La nivelul laringelui se pot întîlni unele dispoziții adaptative interesante. Astfel, la Cetacee, epiglota și cartilajele aritenoide se alungesc în formă de tub, care pătrunde pînă la coanele secundare, această dispoziție specială permițînd animalului să asigure ventilarea plămînilor atunci chiar cînd înghite hrana. O dispoziție asemănătoare există și la puii nou-născuți de marsupiale, permițîndu-le să sugă laptele matern, fără ca acesta să pătrundă în căile respiratorii.

Traheea are la mamifere o lungime de obicei proporțională cu aceea a gîtului. În unele cazuri, ea poate să fie însă mult mai lungă. Astfel, la *Bradypodidae* (leneși), traheea este foarte lungă, ajunge pînă la diafragm, se recurbează apoi cranial pentru a se deschide într-o dilatare, de unde pornesc bronhiile primare.

Pereții traheei sînt întăriți de cartilaje în formă de inele, de obicei incomplete. Numărul lor variază în funcție de lungimea tubului. Astfel,

Scanned with OKEN Scanner

la om, el este de 16—20 cm, în timp ce la girafă el trece de 100 cm. La balene și sirenieni, aceste cartilaje sînt dispuse în forma unei spirale.

La marea majoritate a mamiferelor, traheea se divide în două bronhii primare sau principale. La unele rumegătoare, la porc și la balene însă, o a treia bronhie (bronhie apicală sau eparterială) pleacă independent de pe partea dreaptă a traheei, înaintea locului de bifurcare. Pereții bronhiilor sînt susținuți și ei de formațiuni cartilaginoase.

Plămînii se află așezați în interiorul cavității toracice (deasupra diafragmului). Ei sînt înveliți de *sacul pleural* format dintr-o foiță pleurală parietală și o foiță viscerală, între care se află *cavitatea pleurală*. Sub foița viscerală se află un strat de țesut conjunctiv, de pe care pleacă o mulțime de *septe conjunctive* care împart organul în *lobuli pulmonari*.

Plămînii prezintă adeseori la exterior o anumită împărțire în *lobi*. Astfel, la pisică plămînul stîng are 3 lobi, cel drept 4 lobi, care sînt la rîndul lor subîmpărțiți. La om, plămînul stîng prezintă 2 lobi, cel drept 3 lobi. Plămînii balenelor, sirenienilor, elefanților și ai unor Perissodactile nu prezintă însă nici o lobare externă.

Fiecare *bronhie principală extrapulmonară* intră în plămînul corespunzător prin „poarta" acestuia, sau *hil*. În interiorul plămînului, bronhia

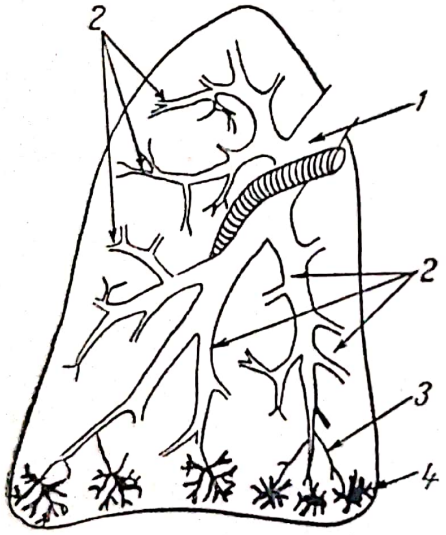


Fig. 99. Structura plămînului la mamifere (schemă simplificată):
1 — bronhia; *2* — ramificațiile bronhiei; *3* — bronhiolă; *4* — acinul pulmonar.

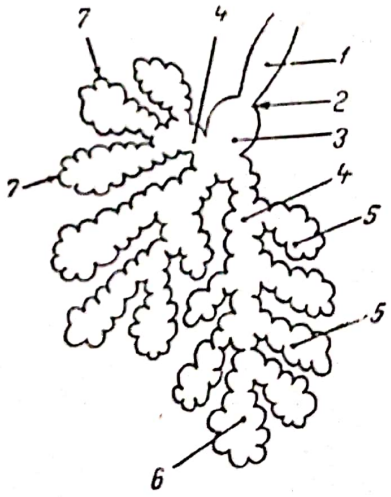


Fig. 100. Acin pulmonar la mamifere (schemă din Testut):
1 — bronhiolă terminală; *2* — îngustarea terminală; *3* — vestibul; *4* — canal alveolar; *5* — infundibul lateral; *6* — infundibul terminal; *7* — alveole pulmonare.

principală se ramifică în *bronhii secundare*, iar acestea dau la rîndul lor ramificații terțiare, de ordinul patru etc. (fig. 99). Se formează astfel, în fiecare plămîn, un adevărat *arbore bronhic*. Bronhii foarte fine pătrund în fiecare lobul, unde se ramifică de mai multe ori, formînd un

sistem de *bronhii intralobulare*. Ultimele lor ramificaţii se numesc *bronhiole terminale*. La capătul acestora se găseşte un *canal alveolar*, mai mult sau mai puţin ramificat, ramificaţiile acestea deschizîndu-se în *saci alveolari*.

Sistemul de canale alveolare şi de saci alveolari, formaţi la capătul unei bronhiole, formează un *acin pulmonar* (fig. 100).

Canalele şi sacii alveolari au pereţii formaţi dintr-un endoteliu foarte fin şi sînt acoperiţi de o reţea foarte deasă de capilare. La nivelul lor are loc schimbul gazos. Bronhiolele sînt căptuşite cu un epiteliu cubic, în timp ce restul ramificaţiilor arborelui bronhic este căptuşit cu un epiteliu cilindric şi ciliat. Aceste ramificaţii prezintă, de asemenea, formaţiuni cartilaginoase în pereţii lor, reprezentate în bronhiile mari prin piese inelare mai mult sau mai puţin complete, şi prin *noduli* cartilaginoşi în bronhiile de calibru mai mic. Bronhiolele nu au nici un schelet de susţinere în pereţii lor.

Sîngele aferent la plămîni este venos, distribuit aici prin *arterele pulmonare*. Sîngele oxigenat şi eliberat de CO_2 este dus la inimă prin *venele pulmonare*.

Ventilarea plămînului la mamifere este mai puţin perfectă decît la păsări, rămânînd aici întotdeauna o anumită cantitate de aer rezidual. Ventilarea plămînilor, adică *inspiraţia* şi *expiraţia* este realizată prin dilatarea şi restrîngerea volumului cutiei toracice în urma acţiunii muşchiului diafragm şi a muşchilor ridicători şi coborîtori ai coastelor. La realizarea expiraţiei un rol important este jucat şi de elasticitatea ţesutului pulmonar.

ORGANELE RESPIRAŢIEI ŞI FONAŢIEI LA OM

(Systema respiratorium)

Pentru a ajunge în plămîni, aerul parcurge vestibulele şi fosele nazale, faringele, laringele, traheea şi bronhiile extrapulmonare. Vestibulele şi fosele nazale au fost descrise o dată cu organul mirosului. Faringele a fost descris o dată cu tubul digestiv.

Laringele are forma unui trunchi de piramidă cu trei feţe şi trei muchii, o bază mare şi o bază mică.

Din cele trei feţe, una este dorsală şi două latero-ventrale. Din cele trei muchii, una este ventrală şi mediană, celelalte două dorsale. Baza mică este reprezentată printr-un orificiu rotund, care se deschide în trahee. Baza mare reprezintă deschiderea superioară a laringelui, *orificiul faringian*, care în timpul deglutiţiei este astupat de *epiglotă*.

În pereţii laringelui se găsesc cartilajele *(cartilagines laryngis)*: un *cartilaj tiroid (cartilago tyreoides)* în formă de scut, un *cartilaj cricoid*

Scanned with OKEN Scanner

(c. cricoides) în formă de inel cu pecetea dorsală, două *cartilaje aritenoide (c. arytenoides)*, triunghiulare, așezate pe fața dorsală, două *cartilaje corniculate (c. corniculata)* ale lui Santorini, situate imediat deasupra aritenoidelor și cîteodată două *cartilaje cuneiforme (c. cuneiformel)* ale lui Wrisberg (fig. 101).

La 25—30 de ani, cîteodată mai devreme, cartilajele laringelui se osifică.

Văzută la interior, cavitatea laringelui, largă la părțile sale superioară și inferioară, prezintă la partea sa mijlocie o porțiune îngustată,

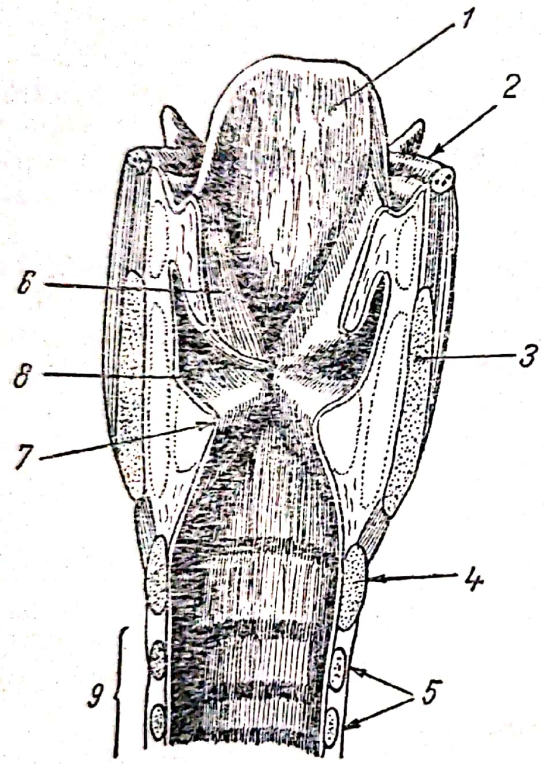


Fig. 101. Secțiune frontală prin laringe, văzut din partea posterioară, la om (din Testut):
1 — epiglota; *2* — osul hioid; *3* — cartilajul tiroid; *4* — cartilajul cricoid; *5* — cartilajele traheei; *6* — coarda vocală superioară (falsă); *7* — coarda vocală inferioară (adevărată); *8* — ventriculul lui Morgagni; *9* — traheea.

numită *zonă glotică*. Din punct de vedere topografic, deosebim trei *zone laringiene:* o zonă *cranială* sau supraglotică *(vestibulum laryngis)*; o zonă *mijlocie* sau glotică; o zonă *caudală* sau subglotică.

Zona glotică prezintă pe linia mediană un lumen îngust, alungit dorsoventral. Acesta este delimitat lateral de patru cute, două de fiecare parte. Cutele craniale se numesc *cute ventriculare (plicae ventriculares)* sau „corzi vocale false". *Cutele caudale* se numesc cute sau „corzi vocale adevărate" *(plicae vocales)*. La dreapta și la stînga, între cuta ventriculară și cuta vocală, se găsește un diverticul, ventriculul laringelui *(ventriculus laryngis)* sau *ventriculul lui Morgagni*.

Cutele ventriculare se prind ventral de cartilajul tiroid și dorsal de cartilajele aritenoide. Lungimea lor este în mijlociu de 20 mm la băr-

bați și de 15 mm la femei. Fiecare din ele este formată dintr-o îndoitură a mucoasei laringiene și conține o lamă fibroelastică *(ligamentul tiro-aritenoidian superior).*

Cutele vocale prezintă aceleași puncte de plecare ca și cutele ventriculare. Lungimea lor este în medie de 20—25 mm la bărbați și 16—20 mm la femei. Ca și cutele ventriculare ele sînt constituite tot dintr-o îndoitură a mucoasei laringiene care conține o lamă fibroelastică *(ligamentul tiroaritenoidian inferior).* Pe lîngă acestea ele mai conțin însă și un *mușchi tiro-aritenoidian.*

Cele patru cute se întind orizontal și puțin în afară, de la fața dorsală a cartilajului tiroid la fața ventrală a cartilajelor aritenoide. Numai cutele vocale adevărate sînt în legătură directă cu fonația.

Glota reprezintă spațiul alungit dorsoventral, limitat lateral de marginea liberă a cutelor vocale și de fața internă a cartilajelor aritenoide. Acest spațiu cuprinde două porțiuni. O porțiune ventrală care răspunde cutelor vocale și o porțiune dorsală situată între aritenoide. Prima porțiune este glota propriu-zisă sau *glota interligamentoasă* (glota vocală a fiziologilor). A doua porțiune este *glota intercartilaginoasă* sau spațiul interaritenoidian (glota respiratorie a fiziologilor). Glota interligamentară are forma unui triunghi isoscel cu vîrful situat în unghiul cartilajului tiroid și a cărui bază este dată de o linie transversală care unește apofizele interne ale cartilajelor aritenoide. Lărgimea glotei interligamentare variază cu poziția pe care o ocupă cutele vocale, foarte mobile, care după nevoile fonației se apropie sau se îndepărtează de linia mediană.

Laringele nu produce decît „sunetul glotic", comun multor mamifere. Specificul vocii fiecărei specii precum și celei individuale rezultă din numeroase și variate modificări, pe care le suferă sunetul glotic în trecerea lui prin faringe, nas și cavitatea bucală. Cînd se produce sunetul glotic, glota se strîmtează, dar sunetul este dat nu numai de vibrația aerului care trece printr-un orificiu îngust (și care produce un sunet cu atît mai ascuțit cu cît orificiul are dimensiuni mai mici), ci mai ales de vibrațiile mușchilor tiroaritenoidieni din cutele vocale. Diferitele grade de îngustare a glotei influențează asupra producerii sunetelor și modifică înălțimea lor: cu cît glota interligamentară este mai îngustă, cu atît sunetul glotei este mai ascuțit.

Glota intercartilaginoasă nu se închide niciodată complet. Prin ea trece aerul chiar cînd emitem sunetele cele mai ascuțite. Articularea sunetelor produse în glotă, caracteristică limbajului articulat uman, are loc cu ajutorul mușchilor limbii, ai buzelor, ai mandibulei.

În timpul deglutiției, orificiul laringian este închis de *epiglotă.*

Dimensiunile laringelui variază mult după individ, sex și vîrstă. Întîlnim laringe cu un volum mare, mic și mijlociu, independente de talia individului, dar legate de înălțimea sunetelor pe care le emit:

un laringe mic emite sunete subţiri, un laringe dezvoltat, sunete groase. Laringele bărbaţilor este mai voluminos decît cele al femeilor. Prezentăm în tabelul 1 dimensiunile medii ale laringelui la bărbaţi şi femei.

Tabelul 1

Sexul	Diametrul vertical	Diametrul transversal	Diametrul dorso-ventral	Marea circumferinţă
Masculin	44	43	36	136
Feminin	36	41	26	112

În ceea ce priveşte variaţiile laringelui după vîrstă, cele mai impresionante sînt acelea pe care le suferă băieţii cînd ajung la pubertate şi vocea lor se schimbă.

Traheea este un organ în formă de tub cilindric a cărui parte dorsală este plană. Lungimea sa este de circa 12 cm la bărbaţi şi de 11 cm la femei. Diametrul transversal este de aproximativ 20 mm şi cel dorso-ventral de 16 mm la bărbaţi. Peretele traheei este constituit dintr-o *tunică externă* fibroelastică care conţine cartilajele de susţinere şi dintr-o tunică internă mucoasă. Cartilajele tunicii externe, în număr de 15—20, sînt inele incomplete. Ele înconjură numai faţa ventrală şi feţele laterale ale traheei, faţa dorsală fiind formată exclusiv din fibre conjunctive elastice şi musculare. Mucoasa prezintă un epiteliu prismatic stratificat şi ciliat, bogat în glande tubuloase, căptuşit de un corion infiltrat cu numeroase leucocite.

Bronhiile *(bronchi).* Se numesc *bronhii principale* cele două conducte care rezultă din bifurcarea traheei *(bifurcatio traheae).* Ele se termină în interiorul plămînului corespunzător, după ce au dat numeroase ramuri care constituie *arborele bronhic.* Distingem două categorii de bronhii: unele *extrapulmonare,* altele *intrapulmonare.*

Bronhiile extrapulmonare *(bronchus dexter et sinister)* au aceeaşi conformaţie exterioară şi aceeaşi structură fundamentală ca şi traheea, de care diferă doar prin calibru, care este mai mic.

Plămînii *(pulmones).* Plămînii sînt aşezaţi în cavitatea toracică, fiecare plămîn fiind învelit în *sacul pleural* (fig. 102).

Fiecare plămîn este împărţit într-un *lob ventrocranial (lobus ventrocranialis)* şi un *lob dorsocaudal (lobus dorsocaudalis)* printr-o *fisură interlobară (fissura interlobaris).* La plămînul drept mai întîlnim o fisură *(fissura accessoria pulmonis dextri),* care împreună cu fisura interlobară împarte acest plămîn în trei lobi: *lobus ventrocranialis, lobus medius* şi *lobus dorsocaudalis.*

Lobii sînt constituiţi din *lobuli (lobuli pulmonis).* Volumul fiecărui lobul este de aproximativ 1 cm^3. Cei periferici au o formă mai mult sau mai puţin piramidală. Baza lor formează la suprafaţa organului

cîmpuri poligonale cu 3, 4, 5 sau 6 laturi. Lobulii centrali prezintă însă forme dintre cele mai variate. Între lobulii pulmonari și în interiorul lor se găsește *parenchimul pulmonar*, format din țesut conjunctiv bogat în fibre elastice care dau plămînului o mare elasticitate.

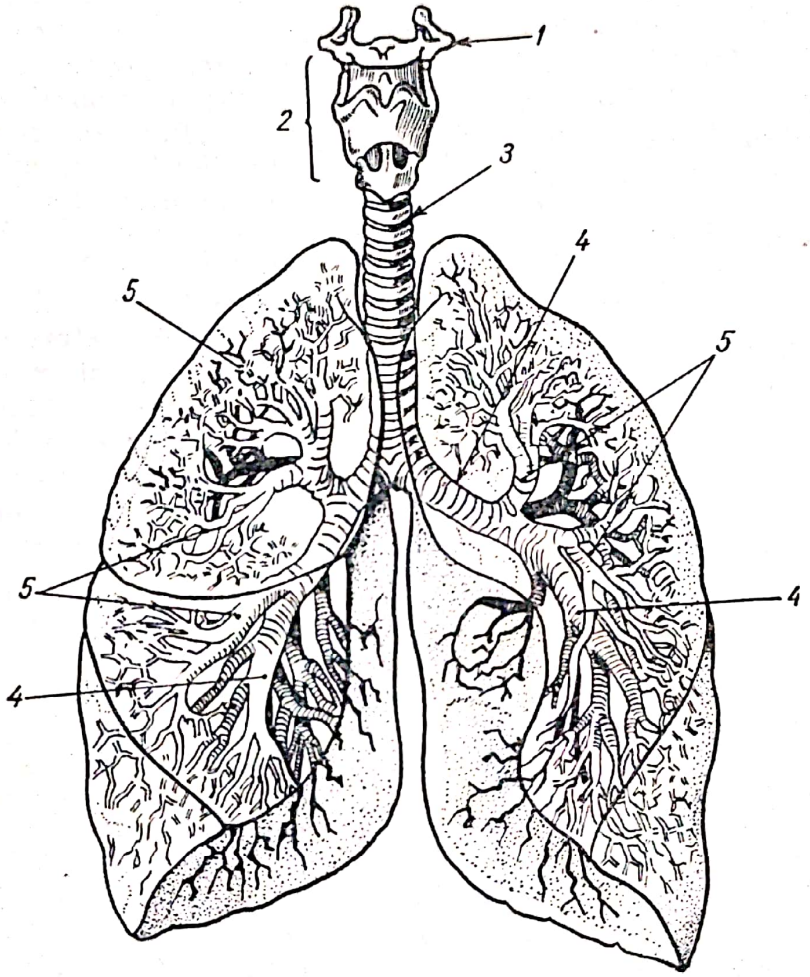


Fig. 102. Sistemul respirator la om (din K. Tittel):
1 — osul hioid; *2* — laringele; *3* — traheea; *4* — bronhia principală; *5* — ramificațiile bronhiale (arborele bronhic).

O ramificație bronhială (fig. 103), *bronhia supralobulară* se prelungește în interiorul fiecărui lobul devenind o *bronhie intralobulară*. În drumul ei, care urmează destul de regulat axul lobulului, dă colaterale și, ajunsă în partea mijlocie a lobulului, se bifurcă. Ramurile colaterale și ramurile care rezultă din bifurcație se divid de multe ori dichotomic. Ultimele diviziuni duc la acini și iau numele de *bronhiole* (bronhiile respiratorii).

Acinii sînt mase mici, neregulat-ovoide sau piramidale, cu o lățime de 1—2 mm (fig. 104). Imediat după o strangulare care ne indică punc-

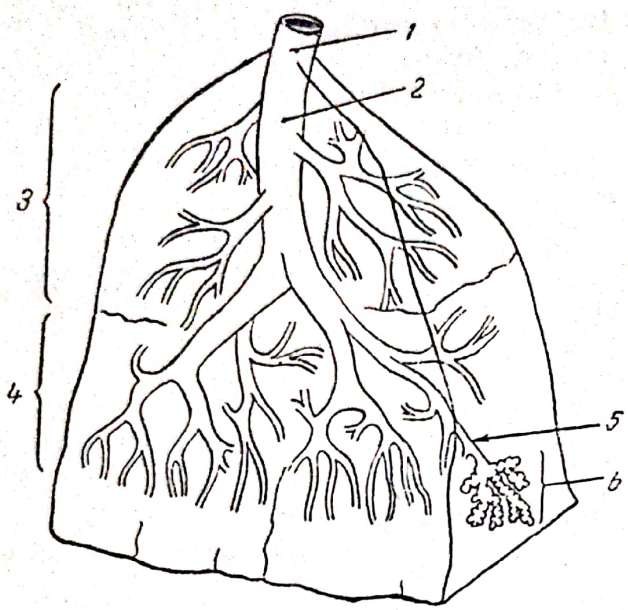


Fig. 103. Lobulul pulmonar la om (schemă din Drăgoiu):

1 — bronhia supralobulară; *2* — bronhia intralobulară; *3* — etajul trunchiurilor; *4* — etajul ramurilor; *5* — bronhiola terminală; *6* — acin pulmonar.

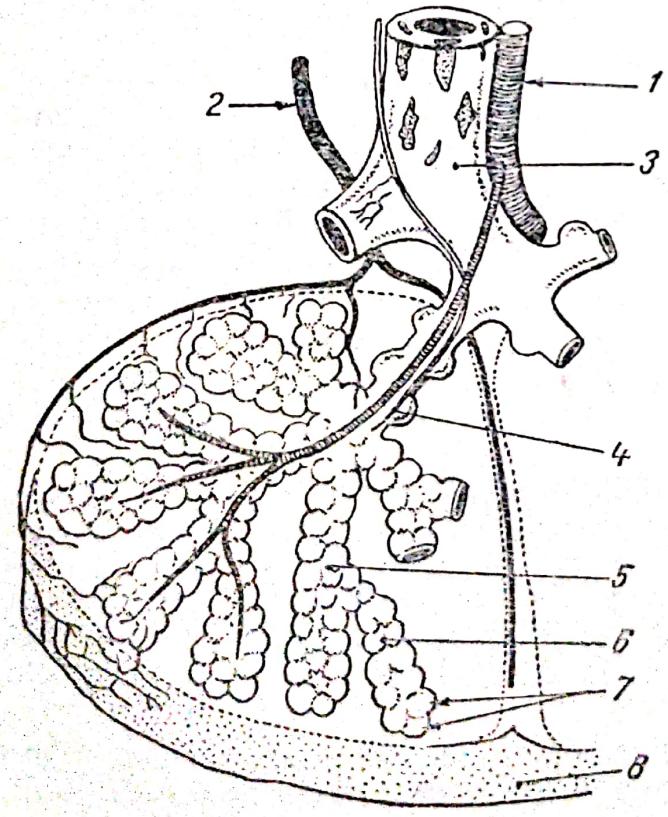


Fig. 104. Acinul pumonar la om (schemă din Drăgoiu):

1 — ramură a arterei pulmonare; *2* — ramură a venei pulmonare; *3* — bronhiola intralobulară; *4* — bronhiola terminală sau respiratorie; *5* — canalul alveolar; *6* — sacul alveolar; *7* — alveole; *8* — pleură.

tul unde bronhia respiratorie se deschide în acin, urmează o mică dilatare, numită *vestibul*, de la care diverg trei, patru sau cinci conducte, numite *conducte alveolare (ductili alveolares)*, care se termină în cavităţi mai spaţioase şi închise în „fund de sac" denumite *infundibule* sau *saci alveolari*. Un conduct alveolar se poate deschide într-un singur infundibul terminal sau într-un infundibul terminal şi mai multe infundibule laterale. Bronhiola respiratorie şi vestibulul sînt de obicei netede. Peretele conductelor alveolare şi al infundibulelor prezintă ridicături care delimitează *alveole (alveoli pulmonis)*.

Un mm³ de plămîn ar conţine aproximativ 250 de alveole care reprezintă la un loc o suprafaţă de 31 mm². Dacă admitem că volumul plămînilor omului este în medie de 1 617 cm³ se ajunge la concluzia că cei doi plămîni conţin 404 000 000 alveole, reprezentînd o suprafaţă totală de 50 m² în momentul unei expiraţii forţate, de 79 m² în timpul unei respiraţii obişnuite şi de 129 m² în timpul unei inspiraţii forţate.

Scanned with OKEN Scanner

Din anul 1880 pînă în anul 1926, adică timp de 46 de ani, majoritatea histologilor au admis că peretele alveolar este format dintr-un epiteliu de origine entodermică. Pentru a pune mai bine în evidență acest epiteliu se făceau impregnații cu nitrat de argint. La observații el apărea constituit din două feluri de celule: unele mici, nucleate, grupate cîte trei sau patru

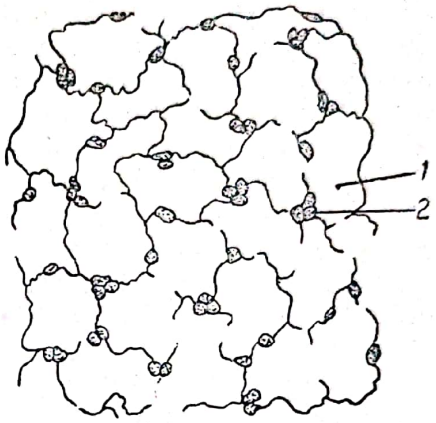


Fig. 105. Epiteliul alveolar (impregnare cu nitrat de argint) (după D r ă g o i u):
1 — plăci anucleate; *2* — celulele mici nucleate.

la un loc; altele foarte subțiri, mari, turtite, fără nucleu (plăci anucleate), care înveleau capilarele (fig. 105). Ultimele ar fi devenit foarte turtite și anucleate în urma unei adaptări funcționale riguroase la respirație. Plăcile anucleate nu s-ar observa decît după naștere și ar rezulta din turtirea unor celulele în urma primelor mișcări respiratorii și a intrării aerului în alveole. La fetus, înaintea primelor respirații, peretele alveolar ar fi format numai din celule cubice.

În 1926, P o l i c a r d a atacat această concepție clasică și a înlocuit-o cu alta, admisă multă vreme de imensa majoritate a histologilor, după care, peretele alveolar este format din celule conjunctive, și anume *histiocite*. După această concepție, nucleii acestor celule, înconjurați de citoplasmă, corespund cuiburilor de 3—4 celule, iar prelungirile lor membraniforme, care învelesc capilarele, corespund plăcilor anucleate. Histiocitele, de origine mezenchimatoasă, care constituie peretele alveolar funcțional, înlocuiesc încă din perioada fetală celulele epiteliale de origine entodermică, care au constituit peretele primitiv al alveolelor.

Mai tîrziu (1958, 1959), studiile făcute cu ajutorul microscopului electronic, tot de P o l i c a r d, au arătat că nici această concepție nu este întru totul justă. În urma acestor studii s-a constatat că peretele alveolar este continuu și format totuși din două feluri de celule, unele mici și altele mari. Celulele mici sînt constituite dintr-un corp care găzduiește nucleul și din prelungiri foarte subțiri (0,50 μ), în formă de voal. Acestea pleacă de la corp și se întind peste capilare. Deocamdată nu se poate spune dacă între celulele mici și cele mari există vreo legătură genetică și nici care este originea celulelor mici.

Sacii alveolari sînt înconjurați de o rețea foarte deasă de capilare, la nivelul cărora se produc schimburile gazoase între sîngele care circulă în aceste capilare și aerul din sacii alveolari. Sîngele aferent, venos, este adus la plămîni, din ventriculul drept, prin *arterele pulmonare*. Sîngele oxigenat iese din fiecare plămîn prin două *vene pulmonare*, care-l duc spre atriumul stîng. Circuitul sîngelui din ventriculul

Scanned with OKEN Scanner

drept la plămîn şi reîntoarcerea sa înapoi la inimă, în atriumul stîng, constituie *„circulaţia mică"*.

Pleure. Fiecare plămîn este învelit de pleure care sînt saci cu pereţi dubli. Din cei doi pereţi unul este visceral *(pleura pulmonaris)* şi altul parietal *(pleura parietalis).* Pleura pulmonară înveleşte plămînul, cea parietală căptuşeşte cavitatea în care e conţinut acest organ. Cele două pleure se continuă una cu alta în dreptul hilului pulmonar. Între ele există o *cavitate virtuală* care reprezintă o parte din celomul toracic. Feţele foiţelor pleurale, care vin în contact, sînt umezite de *lichidul pleural* (de consistenţă seroasă) care uşurează alunecarea foiţelor în timpul mişcărilor respiratorii. În mod normal, lichidul pleural este în cantitate foarte mică. În unele afecţiuni, în acest spaţiu pleural, se poate mări cantitatea acestui lichid, sau colecta puroi, sînge etc.

Ventilaţia plămînilor. Inspiraţia şi expiraţia aerului sînt asigurate de acţiunea diafragmei şi a muşchilor care, prin contracţia lor, ridică sau coboară coastele (probleme studiate la *Sistemul muscular* din vol. I al lucrării). Elasticitatea plămînilor joacă, de asemenea, un rol foarte important în expiraţie.

Scanned with OKEN Scanner

SISTEMUL CIRCULATOR

În seria animală evoluţia formelor superioare este marcată, printre altele, şi de apariţia unui *mediu intern,* stabil şi autoreglabil, precum şi a unui *mediu circulant,* reprezentate de sînge, limfă şi lichidul interstiţial.

La vertebrate sîngele circulă printr-un sistem de căi închise, constituind *aparatul circulator,* pus în mişcare de către un organ diferenţiat al acestuia, *inima.*

Datorită circulaţiei sale prin fiecare organ, sîngele îndeplineşte în organism numeroase funcţii, între care cele mai importante sînt cele legate de nutriţie, de respiraţie şi de excreţie (circulaţia sîngelui asigură transportul hranei şi al oxigenului la celulele întregului organism şi preia din celule substanţele de dezasimilare).

La adult, substanţele nutritive pentru ţesuturi vin de la intestin şi ficat, iar oxigenul de la branhii sau plămîni. Amîndouă sînt transportate la inimă prin vene şi de la inimă răspîndîte în tot corpul prin artere. În timpul embriogenezei însă, la peşti, reptile şi păsări, substanţele nutritive vin la inimă de la sacul vitelin prin venele viteline sau omfalomezenterice, iar la mamifere, de la placentă prin venele alantoidiene sau ombilicale.

Substanţele de dezasimilaţie care rezultă în urma activităţii metabolice a celulelor, printre care se numără sărurile amoniacale, ureea şi acidul uric, sînt transportate la rinichi şi eliminate.

Bioxidul de carbon se elimină prin branhii sau plămîni. La acestea se mai adaugă şi apa în exces care este eliminată.

Printre funcţiile sistemului circulator se pot număra menţinerea constantă a compoziţiei mediului intern şi a temperaturii lui, precum şi transportul hormonilor în tot organismul, contribuind în felul acesta la reglarea activităţii organelor interne, la corelarea lor şi la integrarea lor în acelaşi întreg, care este organismul. De asemenea, circulaţia sanguină participă la lupta contra bolilor şi la vindecarea rănilor.

Aceste funcţii multiple conferă sistemului circulator o importanţă deosebită, care devine foarte clară în momentul în care luăm în consideraţie urmările încetării circulaţiei. Astfel, activitatea scoarţei ce-

Scanned with OKEN Scanner

rebrale şi a retinei încetează imediat după încetarea circulaţiei, iar la 5—10 minute se produce necroza părţilor superioare ale creierului. Inima îşi încetează activitatea imediat după încetarea circulaţiei în vasele coronariene. La 10—20 de minute după încetarea circulaţiei îşi întrerup funcţiile rinichii şi ficatul. La 20—30 de minute se produce paralizia muşchilor scheletici, care devine ireversibilă după 1,5—2 ore. Suportă mai uşor încetarea circulaţiei şi pot funcţiona în lipsa ei chiar cîteva ore doar muşchii netezi, ţesutul conjunctiv şi epiderma.

STRUCTURA GENERALĂ A SISTEMULUI CIRCULATOR

SINGELE ŞI LIMFA

Sîngele este considerat drept o categorie deosebită de ţesut conjunctiv şi este alcătuit din *plasmă* şi *elemente figurate.*

P l a s m a reprezintă componenta lichidă a sîngelui. Ea este alcătuită din apă şi substanţe dizolvate în ea, săruri anorganice, protide, glucide, lipide, hormoni, fermenţi, precum şi substanţe de dezasimilaţie, ca ureea, acidul uric etc.

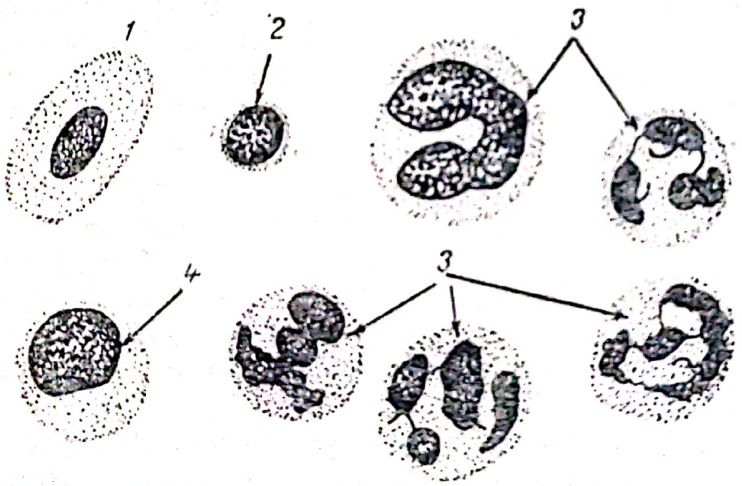


Fig. 106. Globulele sanguine la vertebrate (din I h l e):
1 — eritrocitul; 2 — limfocitul; 3 — leucocite polinucleare; 4 — leucocit mononuclear;

Elementele figurate ale sîngelui sînt reprezentate prin *globulele roşii (eritrocite* sau *hematii), globulele albe (leucocite)* şi *plachetele sanguine* de la mamifere, similare cu *trombocitele* de la celelalte vertebrate (fig. 106).

G l o b u l e l e r o ş i i sînt elemente *nucleate* (eritrocite) la toate vertebratele, cu excepţia mamiferelor, unde, ca rezultat al unui grad înalt de specializare, ele au devenit *anucleate* (hematii). La unele Anure şi Salamandre o parte din eritrocite se fragmentează, rezultînd piese anucleate care continuă să funcţioneze un timp oarecare.

Scanned with OKEN Scanner

Globulele roșii conțin la toate vertebratele pigmentul respirator, care este **hemoglobina,** și care le conferă funcția de bază: transportul de oxigen. La majoritatea nevertebratelor, pigmentul respirator este de altă natură și se află dizolvat în plasmă.

Ca formă, globulele roșii au aspectul unor discuri ovale la aproape toate vertebratele, cu excepția ciclostomilor și a mamiferelor ale căror hematii au forma unor discuri rotunde. Camelidele dintre mamifere sînt singurele cu hematii de forma unor discuri ovale. La om, hematiile au formă de discuri rotunde, biconcave.

Dimensiunile globulelor roșii sînt variabile în seria animală. Astfel, la *Petromyzon* ele au diametrul de 10—12 microni, la *Torpedo,* diametrele sînt de 27 și 20 microni, la crap (Teleosteeni) 15, și respectiv 9 microni, iar la știucă 12 și 7,5 microni. Amfibienii se caracterizează prin eritrocite foarte mari: astfel la *Rana,* ele au diametrele de 20 (25) și 12 (18) microni, la *Necturus* de 58,5 și 31 microni, la *Amphiuma,* de 73 și 44,5 microni. *Lacerta agilis* are eritrocite cu diametrele de 15 (17) și 10 (11) microni și cu nucleul de 6—7 microni. La găină, dimensiunile eritrocitelor sînt de 12 și 7 microni, iar la porumbel de 12 (15) și 5 (7) microni. Hematiile de la oaie au un diametru de 5 microni, iar la om de 7 microni.

Vertebratele prezintă o mare variabilitate și în ceea ce privește numărul de globule roșii la mm^3 de sînge. Așa, de exemplu, el este de 133 000 la *Petromyzon,* de 140 000 la *Torpedo,* de 200 000 la *Solea,* de 404 000 la *Rana,* de 1 420 000 la *Lacerta,* de 3 100 000 la *Gallus,* de 12 000 000 la oaie și de 4,5—5 milioane la om.

Se afirmă de către unii cercetători că datorită metabolismului mai intens, la vertebratele homeoterme se produce o mărire a numărului de globule roșii la mm^3 de sînge, dar în același timp are loc și o micșorare a dimensiunilor lor. Aceste două fenomene au drept efect o mărire a suprafeței globulare totale.

Leucocitele sînt elemente permanent nucleate, cu nuclee lobate, reniforme sau în formă de balonaș. Nu conțin hemoglobină. Pot trece prin peretele capilarelor sanguine **(diapedeză),** putîndu-se deplasa cu ajutorul pseudopodelor (de aceea pot fi întîlnite și extravascular). Unele leucocite au proprietatea de a apăra organismul de particule străine **(fagocitoză).**

După caracterele morfologice, leucocitele mamiferelor se împart în două categorii: **mononuclearele** (numite încă și agranulocite), caracterizate prin prezența unui nucleu ovoid, sferic sau reniform (din care fac parte *limfocitele* și *monocitele),* și **polinuclearele** (sau *granulocitele),* care prezintă un nucleu format din 2—6 lobi, uniți prin punți fine. Ele conțin granulații specifice. Din această categorie fac parte *neutrofilele, eozinofilele* (acidofile) și *bazofilele.*

În ceea ce privește numărul lor, acesta este mult mai mic în comparație cu numărul globulelor roșii. Astfel, la om ele sînt în număr de 5 000—8 000 într-un mm^3 de sînge.

Leucocitele celorlalte vertebrate nu pot fi asemănate cu cele de la mamifere. De exemplu, broaștele au o celulă polimorfonucleară (cu un nucleu neregulat, lobat) care seamănă cu neutrofilul de la mamifere, însă este lipsit de granule.

Plachetele sanguine de la mamifere sînt corpușoare de aproximativ 3 microni, lipsite de nucleu. Ele sînt fragmente din citoplasma unor celule mari, numite *megacariocite*. Plachetele sanguine au rol în procesul de coagulare a sîngelui, datorită faptului că pot elibera *tromboplastină* care, combinîndu-se cu *protrombina*, formează *trombina*.

Trombocitele vertebratelor inferioare sînt nucleate. Rolul lor în coagularea sîngelui este încă discutabil.

Limfa este formată din *plasmă* și *elemente figurate* aparținînd categoriei mononuclearelor (limfocite și monocite).

Formarea elementelor figurate ale sîngelui

Elementele figurate ale sîngelui au o durată de viață limitată. Ele se produc și se distrug în tot timpul vieții organismului. Procesul de formare a elementelor figurate poartă numele de hematopoieză, iar cel de distrugere, de **hematoliză.** Organele în care se desfășoară aceste procese se numesc *organe hematopoietice* și *hematolitice*. La vertebrate se distinge în timpul vieții o hematopoieză embrionară și o hematopoieză a organismului adult.

Hematopoieza embrionară la mamifere. Hematopoieza la embrion este îndeplinită de numeroase țesuturi sau organe, ca: mezodermul sacului vitelin, ficatul, splina, rinichiul, măduva osoasă roșie, nodulii limfatici etc.

La adult, hematopoieza, limfopoieza și hematoliza au loc numai în țesutul mieloid, reprezentat prin măduva roșie a oaselor și în țesutul limfoid, reprezentat prin ganglionii limfatici, foliculi limfatici solitari și agregați (plăcile Payer), foliculi limfatici din splină, amigdalele și timusul.

Hematopoieza embrionară prezintă trei perioade:

1) perioada prehepatică sau perioada ariei vasculare extraembrionare;

2) perioada hepatosplenică;

3) perioada medulară.

1. *Perioada prehepatică.* Formarea elementelor sanguine începe la vertebrate foarte de timpuriu (a 18-a, a 20-a oră de incubație la păsări, a 13-a, a 15-a zi a dezvoltării embrionare la cobai, a 8-a zi la iepure, în a 3-a sau a 4-a săptămînă la om). Primordiile circulației sanguine își fac apariția într-o zonă extraembrionară în apropiere de zona embrionară, sub forma unor mici mase compacte de celule diferențiate din splanchnopleura mezoblastului extraembrionar, cunoscute sub numele de *insulele sanguine Pander-Wolff.*

Scanned with OKEN Scanner

Prin proliferarea celulelor din insulele Pander-Wolff se formează o rețea de cordoane compacte ale căror celule vor evolua în două sensuri: cele periferice vor forma peretele endotelial al vaselor sanguine, iar cele din interior vor da naștere elementelor figurate ale sîngelui. se formează astfel așa-numita „circulație sanguină omfalomeztnterică" sau „vitelină". Ulterior se formează vase și elemente sanguine în interiorul embrionului și între aceste vase și elemente sanguine din interiorul embrionului și cele extraembrionare se stabilesc repede legături. În vasele sacului vitelin nu se găsesc decît globule roșii. Globulele albe apar mai tîrziu, în diversele focare hemato- și limfopoietice.

2. *Perioada hepatosplenică.* În această perioadă elementele figurate ale sîngelui se formează în ficat și în splină. La om, ea începe în a 3-a lună a vieții fetale și durează aproape tot timpul vieții intrauterine. Se formează în această perioadă globule roșii, globule albe granulare și megacariocite.

Hematopoieza se desfășoară în splină pînă în luna a 9-a a vieții intrauterine și în ficat pînă în luna a 7-a.

3. *Perioada medulară* începe înainte de a se sfîrși perioada hepatosplenică. La om, elementele figurate ale sîngelui încep să se formeze în măduva osoasă din a 4-a lună a vieții intrauterine. La început este activă atît măduva oaselor lungi cît și a celor scurte. Mai tîrziu rămîne activă doar măduva din epifizele oaselor lungi, pentru ca la adult globulele roșii să se formeze doar în măduva oaselor scurte și late.

Structura țesuturilor și a organelor hematopoietice la adult. Țesuturile hematopoietice sînt alcătuite dintr-o stromă reticulară constituită din fibrile de scleroproteine și celule reticulare primitive, numite *histiocite.* În ochiurile acestei strome se găsesc *hemocitoblastele* care, după concepția unicistă a lui Maximov și Pappenheim, pot da naștere atît seriei de globule roșii cît și seriei albe, precum și megacariocitelor. Unii autori disting două categorii de țesut hematopoietic. Unul formează în mod predominant granulocite și seria globulelor roșii și se numește *țesut mieloid.* Altul formează seria limfocitelor și se numește *țesut limfoid.* Trebuie să subliniem însă că o astfel de specializare nu este de loc absolută, chiar la mamifere.

Țesuturile hematopoietice se pot infiltra în unele organe (țesutul conjunctiv al rinichilor, pereții căilor respiratorii și ai tubului digestiv, în mezenter, în țesutul cardiac, în ficat, în măduva oaselor) sau se pot prezenta sub formă de organe individualizate, așa cum sînt splina și ganglionii limfatici.

În continuare prezentăm o scurtă descriere a principalelor formațiuni și organe hematopoietice.

Splina. Cu excepția ciclostomilor și a dipnoilor, unde splina este un organ difuz, toate vertebratele au splina bine conturată (fig. 107). Ea este reprezentată printr-o masă de țesut reticulat, învelită la exterior de o capsulă conjunctivă, bogată în fibre elastice și musculare netede.

Din capsulă se desprind *trabecule* (sau travee) care înaintează spre centrul organului, însoţite de vase de sînge. Pe o anumită porţiune, ramificaţiile arteriale sînt învelite în ţesut limfoid, care din loc în loc se dilată, formînd *nodulii lui Malpighi*, unde se produc limfocite. Ele formează *pulpa* albă a splinei. Arterele pulpei albe se ramifică dînd

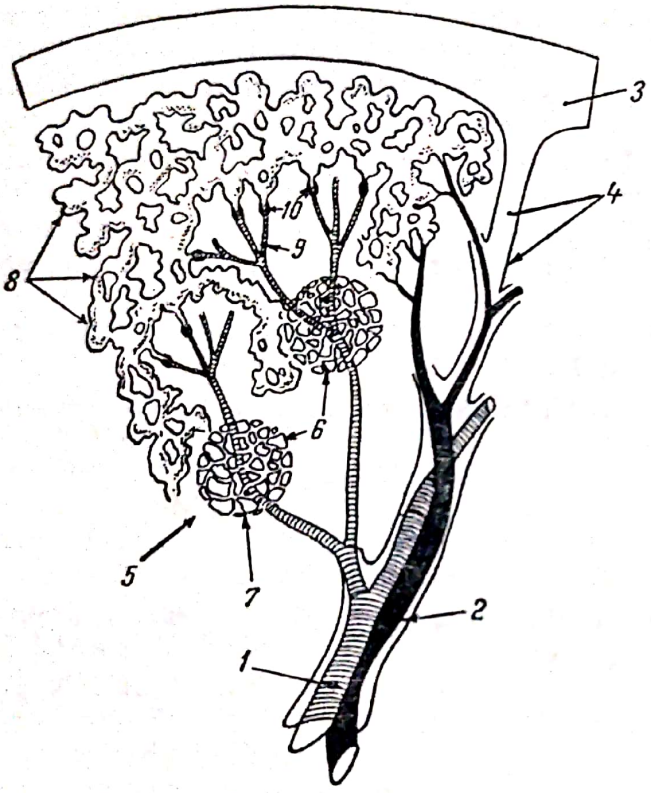


Fig. 107. Schema structurii splinei (din D r ă g o i u):

1 — artera; *2* — vena; *3* — capsula; *4* — travee conjunctive; *5* — pulpa albă; *6* — corpusculii lui Malpighi; *7* — capilarele corpusculului lui Malpighi; *8* — sinusurile venoase; *9* — arterele penicilate; *10* — capsulele lui Schweigger-Seidel.

mănunchiuri de arteriole, îngustate la capătul lor distal, denumite *artere penicilate*. Ele sînt înconjurate de teci rigide, inextensibile, denumite *tecile lui Schweiger-Seidel*. Arterele penicilate se continuă prin capilare scurte, care se deschid în *pulpa roşie*. Tecile rigide ale lui Schweiger-Seidel au rolul de a modera debitul de sînge spre capilare şi spre pulpa roşie.

Pulpa roşie a splinei este alcătuită din cordoane de ţesut limfatic *(cordoanele lui Billroth)*, între care se află spaţii numite *sinusuri venoase*. Ea ocupă tot restul splinei. Culoarea roşie a acestei pulpe se datorează numeroaselor globule roşii din cordoane şi din sinusuri. De aici sîngele se scurge prin venule într-o *venă splenică*.

Rolul splinei este acela de organ hematopoietic şi limfopoietic în primele stadii ale dezvoltării embrionare şi la fetus, precum şi la adulţii de la peşti şi batracieni. Ea rămîne limfopoietică şi hematolitică la copil şi la adultul de mamifere.

Pe măsură ce se înaintează în vîrstă, splina rămîne doar un *organ hematolitic*. Funcţia hematolitică se realizează prin fagocitarea hema-

tiilor îmbătrînite sau prin distrugerea lor cu ajutorul unor fermenţi proteolitici. Fierul rezultat este depus în parenchimul splinei sub formă de hidrat şi oxid de Fe (siderină, hemosiderină). Funcţia fagocitară a splinei este realizată de celulele endoteliale ale sinusurilor venoase şi de macrofagele sau celulele cordoanelor lui Billroth.

Ganglionul limfatic. Ganglionii limfatici se întîlnesc la toate mamiferele şi la unele păsări. Ei au o formă ovoidă şi ajung uneori la dimensiunea de 3 cm.

Un ganglion limfatic are la suprafaţă o capsulă conjunctivă formată din fibre colagene şi puţine fibre elastice. Din capsulă se desprind trabecule care pătrund în masa ganglionului. Aceste trabecule nu sînt septe, ci cordoane (fig. 108).

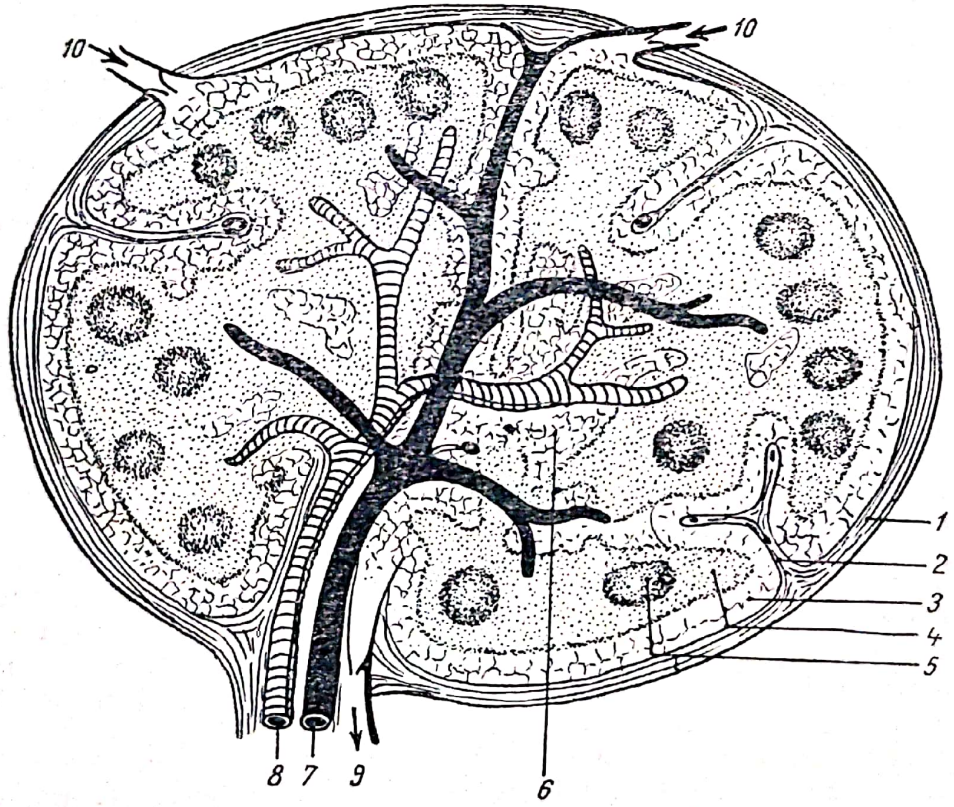


Fig. 108. Structura unui ganglion limfatic (schemă din Tittel):
1 — capsulă elastică şi colagenă; *2* — trabecule; *3* — sinusul marginal; *4* — substanţa corticală; *5* — noduli secundari; *6* — substanţa medulară; *7* — vena; *8* — artera; *9* — vas limfatic; *10* — vas limfatic aferent.

Ganglionul limfatic are o vascularizaţie sanguină, reprezentată printr-o arteră care pătrunde în ganglion, la nivelul hilului, şi o venă care iese din ganglion la acelaşi nivel. Vascularizaţia sa limfatică este reprezentată prin mai multe vase limfatice aferente care pătrund în ganglion străbătîndu-i capsula conjunctivă şi unul sau două vase lim-

Scanned with OKEN Scanner

fatice eferente care părăsesc ganglionul prin hil. Vasele limfatice care pătrund în ganglion formează în interiorul acestuia mai multe sinusuri limfatice. Între trabeculele pe care le trimite spre interior capsula conjunctivă se află celule reticulate și o rețea de fibre de reticulină. În ganglionii limfatici se formează monocitele și limfocitele.

Măduva roșie a oaselor reprezintă țesutul hematopoietic care își începe activitatea din timpul vieții fetale și și-o continuă în tot timpul vieții animalului, rămînînd astfel principalul țesut hematopoietic de la mamifere. În constituția ei se disting o rețea de susținere și elemente libere. Rețeaua de susținere este formată dintr-o trămă de fibre conjunctive și din celule stelate de origine mezenchimatoasă, ale căror prelungiri formează o rețea în ochiurile căreia se găsesc elementele libere: megacariocite, elemente ale seriei roșii și elemente ale seriei albe.

*

Pe lîngă organele clasice ale hematopoiezei descrise mai sus, care sînt caracteristice mai ales vertebratelor superioare, există și alte locuri care au această funcție la diversele grupe de vertebrate. Astfel, la Ciclostomi, atît la *Petromyzon* cît și la *Myxine*, hematopoieza este realizată în peretele intestinului și în mezenter. La *Petromyzon*, un rol hematopoietic important îl îndeplinesc la adult rinichii, iar la larve și tiflosolisul intestinului (cuta spirală intestinală).

La Pești hematopoieza începe în sacul vitelin, apoi se formează elemente figurate din mezenchimul vaselor sanguine. Elementele figurate se mai formează aici și dintr-o masă celulară intermediară, situată în lungul notocordului, în regiunea renală. Se dezvoltă apoi ficatul, splina și rinichiul, care îndeplinesc pe lîngă funcțiile lor specifice și pe aceea de hematopoieză. La mulți Teleostei, rinichiul este organul hematopoietic cel mai important. La unii splina are acest rol.

Țesutul limfoid la pești este dispus în peretele intestinului, în mezenter și timus. La *Acipenseridae* este descrisă o mare masă pericardială de țesut hematopoietic. La *Amia* și *Lepisosteus*, ca organe hematopoietice funcționează plexurile coroide din plafonul ventriculului IV. La rechini și Dipnoi, globulele albe se formează în gonade. Acest rol îl mai are și *organul lui Leydig*.

Amfibienii au ca organ hematopoietic rinichiul. Hematiile se formează în rinichi și sînt lizate în ficat și splină. Splina produce și ea elemente limfoide. De asemenea, un rol hematopoietic îl poate avea și măduva osoasă. Ea poate îndeplini permanent acest rol sau numai temporar (masculii în epoca reproducerii).

La Urodele și unele Anure, la periferia ficatului se găsește o pătură groasă de țesut limfoid cu același rol.

La *Reptile* și *Păsări* organul hematopoietic cel mai important în timpul vieții embrionare este rinichiul. La adult, elementele figurate ale sîngelui se formează în măduva osoasă.

La *Mamifere*, așa cum am mai arătat, funcționează ca organe hematopoietice embrionare ficatul, splina și măduva roșie osoasă. La

adult seria roşie se formează mai ales în măduva osoasă, iar seria albă în ganglionii limfatici, în splină, în foliculii limfatici solitari sau agregaţi, în amigdale şi în timus.

VASELE SANGUINE ŞI LIMFATICE

La nevertebrate, sîngele împins prin contracţiile inimii circulă printr-un sistem de vase şi de lacune ale ţesutului conjunctiv, prin urmare el nu este separat de lichidul interstiţial. Avem de-a face aici cu un *sistem circulator deschis*.

La vertebrate se constituie un *sistem circulator închis* reprezentat prin artere, vene, capilare şi vase limfatice, iar sîngele, ca şi limfa, nu mai vin în contact direct cu lichidul interstiţial. Între ele se află întotdeauna interpus un endoteliu.

Arterele. Arterele şi venele se deosebesc între ele atît din punct de vedere histologic cît şi fiziologic. Prin artere sîngele pleacă de la inimă spre celelalte organe. Prin vene sîngele se întoarce la inimă. Între artere şi vene se află în mod obişnuit o reţea de capilare.

Structura histologică a unui vas de sînge, fie arteră, fie venă, comportă trei pături:

— *intima* sau tunica internă;
— *media* sau tunica mijlocie;
— *adventicea* sau tunica externă.

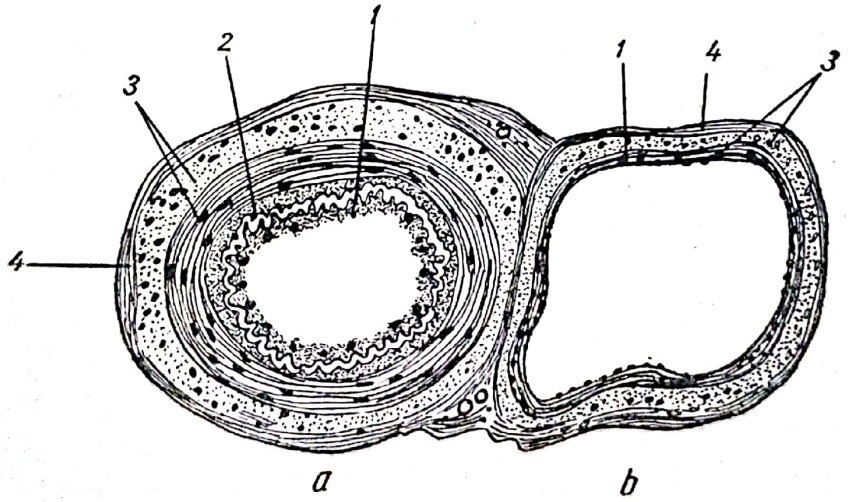


Fig. 109. Secţiune prin o arteră de tip mijlociu şi vena corespunzătoare (din G. M. Pavlov):
a — artera; *b* — vena:
1 — endoteliu; *2* — elastica internă; *3* — media; *4* — adventicea.

Deosebirile dintre tipurile de vase sanguine constau în componenţa diferită a tunicilor lor, în special a tunicii mijlocii, şi în grosimea pereţilor lor (fig. 109).

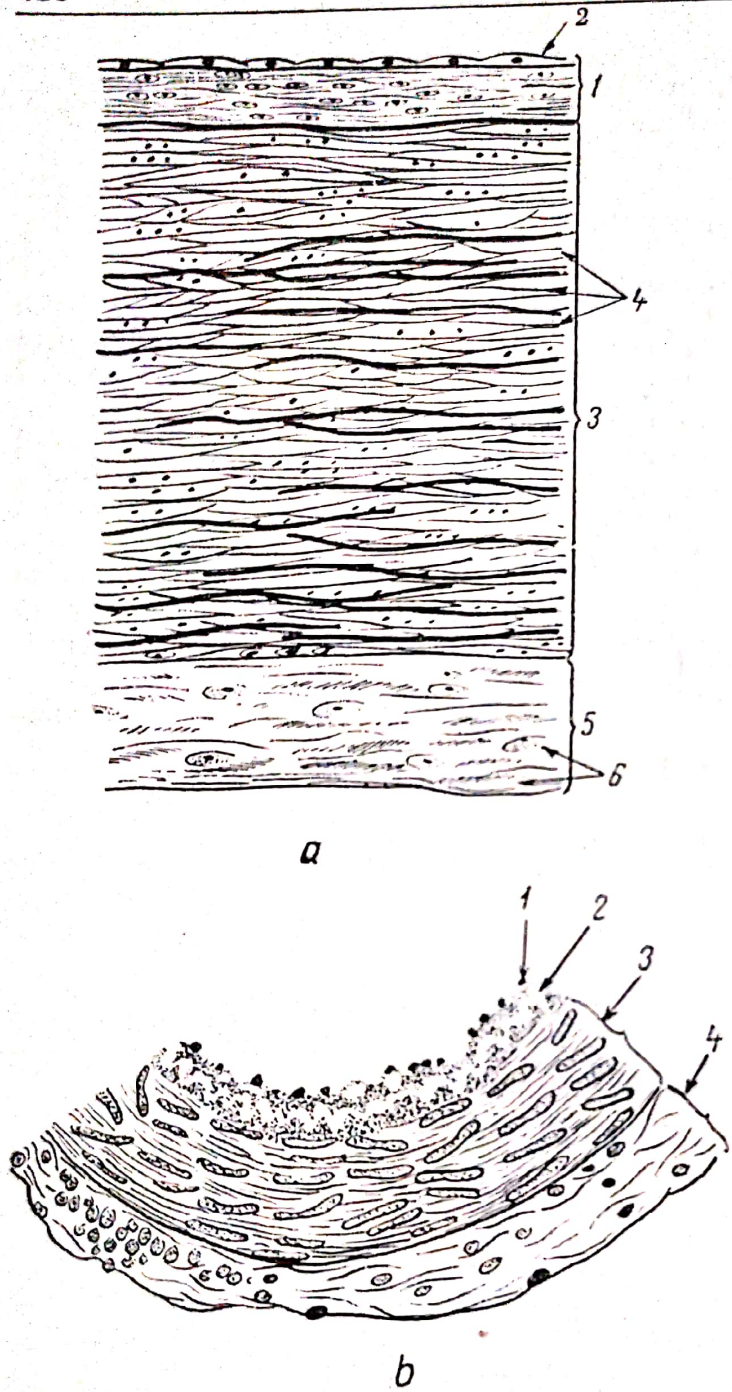


Fig. 110. *a* — structura aortei (arteră de tip elastic) (din Stöhr):
1 — intima; *2* — endoteliul intimei; *3* — media; *4* — fibrele elastice din medie; *5* — adventicea; *6* — celulele musculare din adventice;
b — structura unei artere din submucoasa stomacală (de tip muscular) (din Stöhr):
1 — endoteliu; *2* — elastica internă; *3* — fibrele musculare din medie; *4* — adventicea.

Intima este alcătuită la artere, vene și vase limfatice, în primul rînd, dintr-un *endoteliu* care are în tot lungul sistemului circulator o structură aproape uniformă: celule epiteliale aplatisate și unistratificate care se angrenează prin marginile lor de contact. Urmează apoi o *membrană bazală* osmiofilă și un strat subțire de *țesut conjunctiv*, alcătuit din fibre colagene, din fibre elastice și elemente celulare care, în anumite condiții, pot deveni histiocite.

Media este pătura a cărei compoziție caracterizează diferențial nu numai arterele și venele, dar și tipurile de artere între ele, precum și tipurile de vene. Astfel, după elementele componente ale mediei, distingem: *artere de tip elastic* și *artere de tip muscular* (fig. 110).

— Arterele de tip elastic sînt vase de calibru mare (aorta, arterele pulmonare, carotidele și iliacele). Media lor se caracterizează prin abundența materialului elastic, organizat în membrane elastice discontinue, dispuse circular și legate între ele prin rețele de fibre elastice. Elementele musculare sînt reprezentate prin fibre musculare netede, înconjurate de o rețea de

fibre de reticulină. Bogăția arterelor mari în elemente elastice are o mare importanță funcțională. Travaliul inimii este astfel ușurat, țîșnirea intermitentă a sîngelui în momentul sistolei ventriculare transformîndu-se astfel într-o forță de propulsie continuă.

— Arterele de tip muscular au intima asemănătoare cu cea a arterelor de tip elastic. Între intimă și medie se află însă aici o *limitantă elastică internă*. Media este bogată în fibre musculare netede care sînt dispuse spiralat, dar prezintă și fine fibre elastice. Uneori fibrele elastice sînt mai abundente și dispuse longitudinal, așa încît în acest caz se poate vorbi și despre o *limitantă elastică externă*. Limitantele elastice lipsesc la arterele elastice și la vene.

Venele au pereții mai subțiri decît arterele de aceeași mărime (diametru). Ele au un calibru mai puțin regulat decît al arterelor. O bună parte din ele prezintă în interiorul lor valvule, a căror margine liberă este îndreptată spre inimă, asigurînd astfel curgerea continuă a sîngelui spre acest organ, chiar împotriva gravității (fig. 111). Structura pereților venelor variază în raport cu condițiile locale de circulație. În general însă, *intima* lor este asemănătoare cu aceea a arterelor.

Media venelor se caracterizează prin prezența unui material conjunctiv, bogat în fibre colagene. În spațiile dintre fibrele colagene se găsesc fibre musculare netede.

Adventicea la toate tipurile de vase este reprezentată printr-o pătură de țesut conjunctiv din fibre colagene, fibre elastice și elemente celulare. În adventicea bine dezvoltată a vaselor mari de sînge pătrund arteriole care se capilarizează și ies venule. Aceste vase, care hrănesc marile vase sanguine, sînt cunoscute sub numele de *vasa vasorum* (adică „vasele vaselor").

Între arteriole și venule se intercalează un sistem capilar alcătuit din vase extrem de fine al căror perete subțire înlesnește tranzitul de substanțe între sînge și lichidul interstițial.

Capilarele au fost descrise prima dată de M a l p i g h i (1661). Peretele unui capilar tipic (fig. 112) este format dintr-un *endoteliu* alcătuit din celule, care au o parte mai umflată în care se găsesc nucleul și constituenții celulari, și o porțiune subțire de aproximativ 300 Å care prezintă pori. Urmează o *membrană bazală*, care este continuă și amorfă, și un strat de *fibre de reticulină* dispuse în substanța fundamentală. Din loc în loc, la suprafața capilarelor se văd niște celule cu numeroase prelungiri care în anumite condiții pot deveni macrofage. Acestea sînt *pericitele* sau *celulele lui Rouget*.

Capilarele tipice, obișnuite, se caracterizează printr-un lumen cu diametrul aproape constant. Există însă un tip de capilare, numite *sinusoide*, specifice pentru parenchimuri (ficat, glande cu secreție internă) care au un lumen mai mare ca acela al capilarelor obișnuite și de calibru foarte variabil. La ele poate să existe sau nu o membrană bazală, după cum pot exista sau nu pori în celulele endoteliale. În unele ca-

zuri, celulele lor fac parte din sistemul reticuloendotelial (de exemplu, celulele Kupffer din sinusoidele ficatului).

În vascularizație există și dispoziții speciale de ordin adaptativ. Am arătat deja că unele vene prezintă **valvule** care ușurează circulația sanguină. Astfel de valvule există și la originea unor artere mari (aorta,

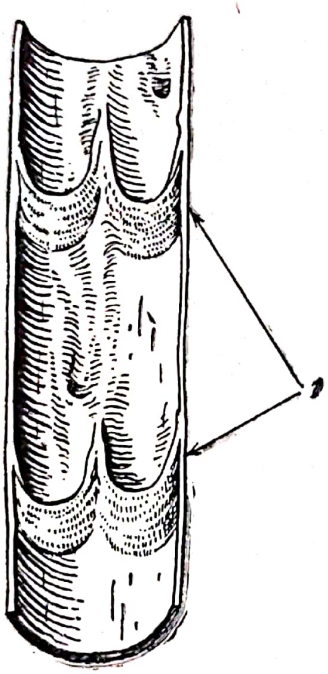


Fig. 111. Valvulele din interiorul unei vene care a fost deschisă (din Tittel):
1 — valvulele.

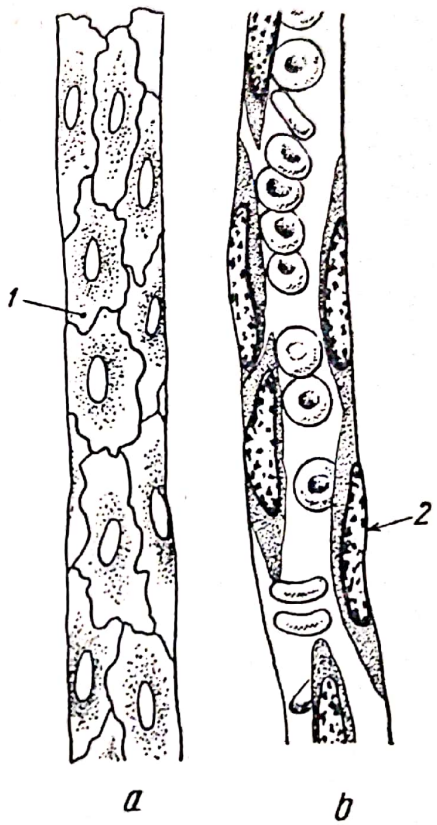


Fig. 112. Structura capilarelor sanguine:
a — impregnare cu argint; *b* — colorație cu hematoxilină-eozină (din Drăgoiu):
1 — celulele endoteliale; *2* — celulele periteliale (pericite).

arterele pulmonare). Ele se numesc *valvule sigmoide*. Alte dispoziții, putînd adapta circulația la condițiile morfofuncționale locale, se întîlnesc la ramificarea unor artere; astfel sînt *bureletele valvulare* de la Anamniote, descrise de Laguesse și alți autori pe traiectul unor artere din circulația viscerală. O. Necrasov și E. Adăscăliței le-au identificat și la nivelul circulației arteriale cerebrale a unor pești, unde au rolul să adapteze debitul sanguin din vasele encefalului la condițiile de presiune. În aceeași categorie de dispoziții intră și *pernuțele (Polster)* de pe traiectul unor arteriole (de exemplu, tiroida, glomeruli renali).

Alte dispoziţii speciale se întîlnesc la nivelul capilarelor. Astfel, unele organe, pe lîngă reţeaua de capilare interpusă între arteriole şi venule, pot prezenta şi o a doua reţea capilară, situată fie pe traiectul unei vene alcătuind aşa-numitul *sistem port* (sistemul porthepatic, sistemul portrenal la vertebratele inferioare), fie pe traiectul unei artere formînd un *sistem admirabil* (glomerulul renal, corpii roşii de la vezica înotătoare etc.).

Există, de asemenea, o dispoziţie specială în unele puncte ale sistemului circulator, în care o arteră comunică cu o venă fără ca între ele să se interpună o reţea capilară. Astfel de dispoziţii se numesc *glomuşi.* Cei mai frecvenţi sînt glomuşii neuromusculari alcătuiţi dintr-un vas anastomotic sinuos care leagă o arteriolă (puţin înainte ca aceasta să se ramifice în capilare) cu o venulă, precum şi dintr-un dispozitiv nervos şi un ţesut conjunctiv care acoperă vasul anastomotic, făcînd corp comun cu el.

Glomuşii sînt formaţiuni caracteristice numai vertebratelor cu sînge cald şi sînt situaţi mai ales în piele şi în musculatura superficială (patul unghial, faţă palmară şi plantară a labelor), în coadă, urechi, organe erectile.

Există însă şi glomuşi profunzi, aşa cum este glomusul coccigian, precum şi corpusculul carotidian şi glomusul preaortic (organul lui Penitschka).

În pereţii vaselor sanguine (inclusiv ai capilarelor) există numeroase terminaţii nervoase care aparţin ortosimpaticului, parasimpaticului, precum şi sistemului cerebrospinal. Cele motorii reglează tonusul, precum şi variaţiile lor de calibru. Fenomenele vasomotoare pot fi determinate însă şi de acţiunea directă a diverşilor excitanţi fizici, chimici şi biologici (de exemplu, hormoni).

Vesele limfatice sînt asemănătoare ca structură cu venele şi prezintă valvule pe traiectul lor. Ele se termină în fund de sac şi limfa nu ia contact direct cu lichidul interstiţial. Vasele limfatice îndeplinesc pentru ţesuturi un *rol de drenare.*

Capilarele limfatice se deosebesc de capilarele sanguine prin aceea că au un calibru extrem de neregulat. Foarte subţiri în unele locuri, ele se pot dilata în alte regiuni în aşa fel încît formează adevăraţi *saci limfatici.*

Vasele limfatice mai mari au în structura pereţilor lor cele trei tunici: *intima, media* şi *adventicea* şi prezintă valvule. Pe traiectul vaselor limfatice se interpun *ganglionii limfatici* sau nodulii limfatici care au funcţia de a produce limfocite.

INIMA

Inima este un organ musculos, format din mai multe compartimente, jucînd rolul de „pompă" aspiratoare-respingătoare. Graţie contracţiei sale ritmice, sîngele circulă în vasele sanguine.

Dezvoltare. Primordiul inimii se diferenţiază într-un stadiu foarte timpuriu, cînd abia s-au format primele somite. El apare pe faţa ventrală a embrionului în regiunea faringelui şi sub acesta, în spaţiul dintre lamele laterale. Din celulele mezenchimatoase aflate aici se organizează mai întîi o formaţiune tubulară, care reprezintă *endocardul.* În jurul acestui tub, din foiţa splanchnică a lamelor laterale ce înconjură tubul, se desprind celule din care se diferenţiază apoi *miocardul.* Foiţele lamelor laterale învelesc la exterior mugurele cardiac, alcătuind *pericardul* seros. Între aceste foiţe există un spaţiu virtual, numit *cavitate pericardică.*

Din tubul cardiac se diferenţiază iniţial, prin modificări ale pereţilor săi, patru compartimente: *sinusul venos, atriumul* sau auriculul, *ventriculul* şi *conul arterial,* de la care pleacă aorta ventrală (fig. 113). Între aceste compartimente se dezvoltă un sistem de valvule, care sînt pliuri ale endocardului, la care se adaugă elemente fibroase şi musculare.

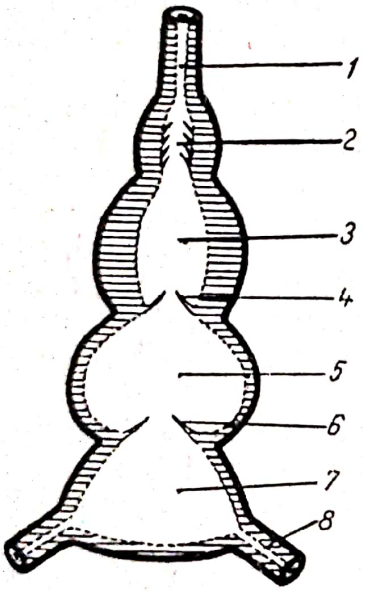


Fig. 113. Schema inimii embrionare (din I h l e): *1* — aorta ventrală; *2* — conul arterial cu valvule; *3* — ventriculul; *4* — valvulele atrioventriculare; *5* — atriumul; *6* — valvulele sinuatriale; *7* — sinusul venos; *8* — canalul lui Cuvier.

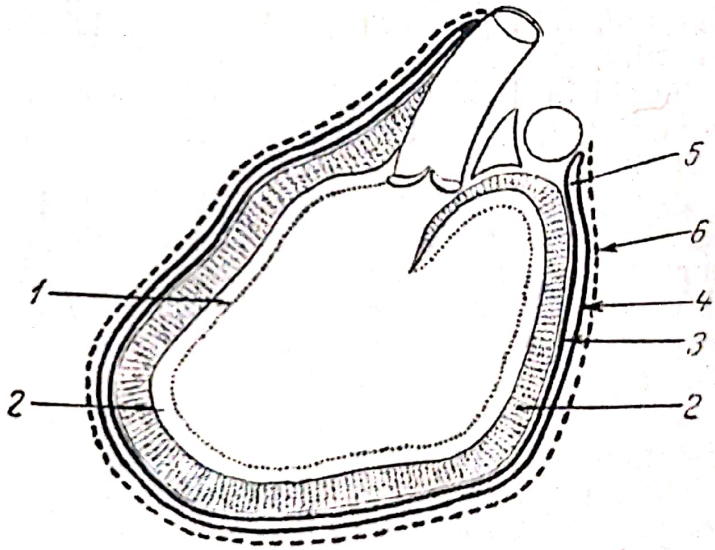


Fig. 114. Structura pereţilor inimii (schemă): *1* — endocard; *2* — miocard; *3* — epicardul (foiţa internă a pericardului seros); *4* — foiţa externă a pericardului seros; *5* — cavitatea pericardică; *6* — pericardul fibros (sacul fibros).

Tubul cardiac, la început drept, se îndoaie apoi de două ori, realizîndu-se dispoziţia definitivă a compartimentelor inimii. Mai întîi se curbează în jos partea mijlocie a tubului cardiac, apoi partea sa caudală se îndoaie înainte şi în sus faţă de prima curbură.

Compartimentele inimii se contractă în mod separat şi succesiv, astfel încît contracţiei unui compartiment *(sistolă)* să-i corespundă dila-

tarea compartimentului imediat următor *(diastolă).* Ventriculul (și conul vertebratelor inferioare) este compartimentul propulsiv, în timp ce atriumul (și sinusul la vertebratele inferioare) nu sînt decît compartimente colectoare.

Această structură generală a inimii rămîne și în stare adultă numai la Ciclostomi și pești. Începînd cu reptilele, sinusul este inclus în atriul drept. De asemenea, la toate vertebratele cu respirație pulmonară, mai întîi în atrium și apoi în ventricul, apare cîte un perete despărțitor (la început incomplet în acesta din urmă), care subdivide fiecare din aceste compartimente în cîte două camere.

Structura inimii. De la interior spre exterior peretele inimii este alcătuit din: endocard, miocard și pericard (fig. 114).

Endocardul căptușește cavitățile inimii și se continuă cu intima vaselor de sînge, cu care prezintă de altfel o mare asemănare de structură. El este format din: *endoteliu,* un *strat fibros* și un *strat profund* gros, format din fibre elastice și conjunctive, în continuitate cu țesutul interfascicular al miocardului.

Miocardul este componenta esențială a inimii, format din țesut muscular. Acest țesut, de tip special, este alcătuit din fibre musculare cardiace a căror sarcoplasmă conține miofibrile cu structură periodică de tipul celor striate și un singur nucleu situat central.

Multă vreme s-a considerat miocardul drept un sincițiu. Microscopia electronică a demonstrat că fibrele musculare sînt delimitate de membrane cu dispoziție scalariformă între care se poate distinge clar spațiul intercelular. Fibrele musculare sînt orientate unele longitudinal, altele transversal sau oblic, astfel încît formează o *rețea* musculară. Pereții fibroelastici, proveniți din endocard sau din pericard, se înfundă în această masă musculară, grupînd fibrele musculare în *fascicule.*

Funcțional, activitatea mușchiului inimii se caracterizează prin *contracții* ritmice, precum și prin *automatism.*

Automatismul inimii se datorează *țesutului nodal,* intim asociat cu miocardul, avînd rolul de a elabora și a transmite excitația la miocardul propriu-zis. Este un țesut muscular de tip embrionar ale cărui fibre se caracterizează prin multă sarcoplasmă și puține miofibrile.

Țesutul nodal are în inima mamiferelor următoarea dispoziție (fig. 115): un *nod sinoatrial* (al lui Keith-Flack) situat în peretele atriului drept, în apropierea deschiderii venei cave superioare, legat printr-un fascicul de un *nod atrioventricular* (al lui Aschoff-Tawara), situat tot în peretele atriului drept, dar în apropierea locului unde se deschide *sinusul coronar.* De la nodul lui Aschoff-Tawara pornește un fascicul de țesut nodal, *fasciculul lui Hiss,* care merge prin septumul interventricular unde se bifurcă, dînd naștere la două fascicule, care la rîndul lor se ramifică abundent în endocardul și miocardul ventriculelor, formînd ceea ce se cunoaște sub numele de *rețeaua lui Purkinje.*

Se admite că acest țesut nodal este prezent numai la păsări și mamifere. Afirmațiile despre existența lui la amfibieni și la reptile sînt controversate.

Miocardul nu este uniform ca grosime în toate compartimentele inimii; bine dezvoltat în pereții ventriculelor, el este mai subțire în pereții atriilor și foarte slab reprezentat în pereții sinusului venos, care este astfel și mai puțin contractil.

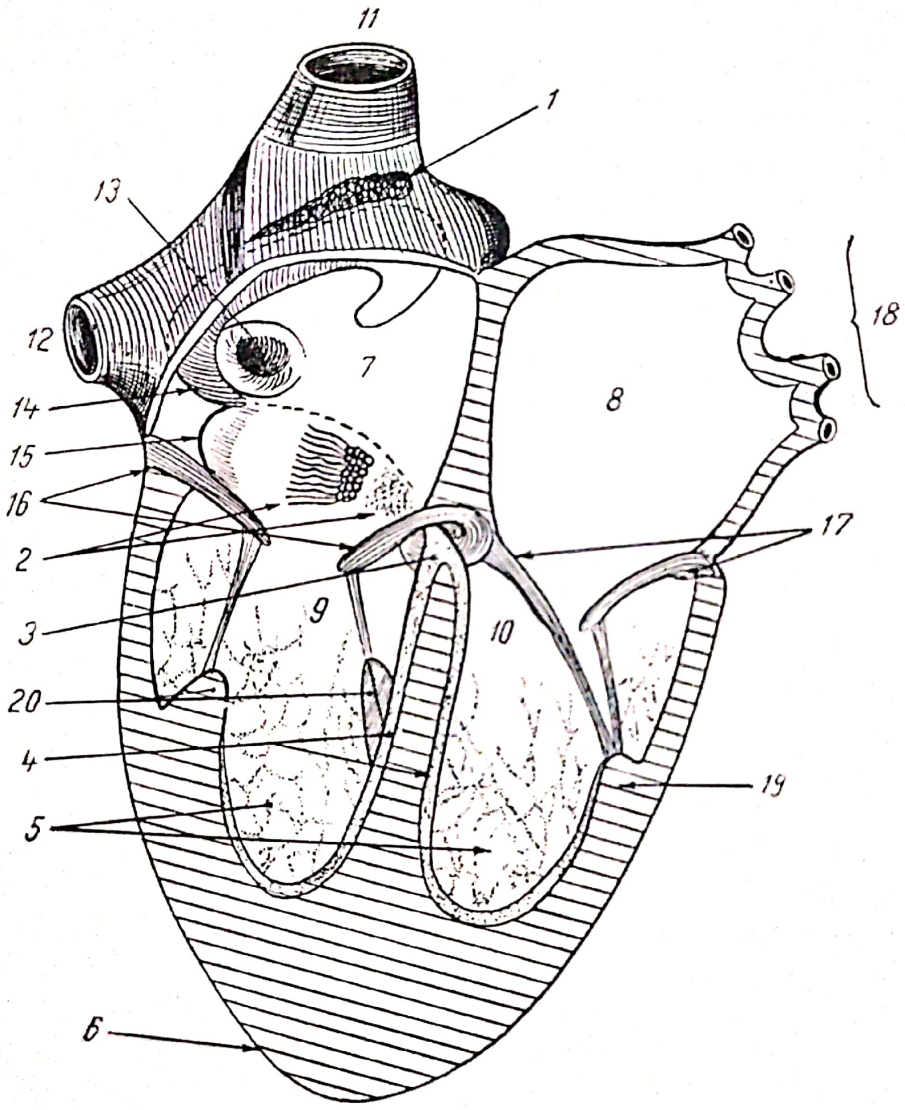


Fig. 115. Schemă arătînd dispoziția țesutului nodal al lui Purkinje în inima de la om (din Testut):

1 — nodulul lui Keith-Flack; *2* — nodulul lui Aschoff-Tawara; *3* — trunchiul fasciculului lui Hiss; *4* — ramurile fasciculului lui Hiss; *5* — arborizațiile terminale ale fasciculului lui Hiss; *6* — vîrful inimii; *7* — atriumul drept; *8* — atriumul stîng; *9* — ventriculul drept; *10* — ventriculul stîng; *11* — vena cavă superioară; *12* — vena cavă inferioară; *13* — fosa ovală; *14* — valvula lui Eustache; *15* — valvula lui Thebesius; *16* — valvula tricuspidă; *17* — valvula mitrală; *18* — venele pulmonare; *19* — un pilier al ventriculului stîng; *20* — pilieri ai ventriculului drept.

Miocardul se organizează într-o pătură mai laxă și spongioasă la interior și într-o pătură compactă la exterior. La vertebratele inferioare (pești, amfibieni, reptile) predomină pătura anfractuoasă, pe cînd la homeoterme este mai bine reprezentată pătura compactă.

Miocardul este hrănit prin vase care irigă inima și care alcătuiesc sistemele coronariene (arterial și venos). Existența vaselor coronariene este semnalată începînd de la reptile.

Pericardul este învelișul extern al inimii. Se distinge un pericard *seros* și un pericard *fibros* sau, mai bine spus, *sacul fibros* al inimii. Pericardul seros este alcătuit din două foițe: foița viscerală internă sau *epicardul* lipită de miocard și *foița parietală,* lipită strîns de pericardul fibros, în care este conținută inima. Între foițele pericardului seros se află un spațiu virtual, numit *cavitate pericardică.*

Inima este inervată de fibre efectoare ortosimpatice și parasimpatice (acestea din urmă venite prin nervul vag). Aceste fibre formează *plexuri cardiace* (previscerale) din care numeroase fibre nervoase pătrund în inimă, unde formează împreună cu ganglionii inimii *plexuri intracardiace* (intraviscerale). Fibrele nervoase, care pleacă din aceste din urmă plexuri, inervează miocardul. Din punct de vedere funcțional, fibrele efectoare sînt acceleratoare și moderatoare. Pe lîngă inervarea efectoare, inima are și o inervare senzitivă.

EVOLUȚIA SISTEMULUI CIRCULATOR LA VERTEBRATE

EVOLUȚIA INIMII

CICLOSTOMII

La ciclosteni inima este asimetrică. Ea este alcătuită dintr-un sinus venos, un atrium, un ventricul, un con rudimentar cu 2 valvule, de la care pleacă aorta ventrală (care prezintă la bază un bulb arterial).

Sîngele venos se adună în sinus, care comunică cu atriul printr-un orificiu foarte larg (numit *ostium sinu-atriale),* prevăzut cu două valvule membranoase așezate orizontal. Atriumul are pereții spongioși. El comunică cu ventriculul printr-un orificiu *(ostium atrio-ventriculare)* prevăzut și el cu două valvule. Trecerea de la ventricul la bulbul arterial este marcată de un con foarte mic în care există numai două valvule. Bulbul arterial are în pereții săi musculatură netedă, ceea ce ne îndreptățește să-l considerăm mai degrabă ca o dilatare a aortei decît ca o parte din inimă.

Prin inimă trece în permanență numai sînge venos.

Scanned with OKEN Scanner

PEȘTII

Inima peștilor ca și cea a ciclostomilor prezintă o structură tipică pentru animalele cu respirație branhială, fiind străbătută numai de sîngele venos. Ea este alcătuită, în general, la toate grupele, din aceleași compartimente. Se observă doar modificări treptate în importanța conului arterial, care se reduce, și dezvoltarea, în schimb, a unui bulb arterial (fig. 116). Modificări mai importante se observă la Dipnoi, în raport cu respirația pulmonară.

La reprezentanții clasei *Chondrichthyes*, inima este situată în partea ventrală a corpului, în dreptul înotătoarelor pectorale. Ea este acoperită de un pericard cartilaginos care delimitează o cavitate pericardică. Compartimentele inimii dispuse în forma literei *S* se deschid unul în celălalt, permițînd trecerea sîngelui, după cum urmează: sîngele venos este adus de vene în sinusul venos, care comunică printr-un orificiu prevăzut cu valvule cu atriumul. Acesta comunică cu ventriculul, caracterizat prin pereți foarte groși. Din ventricul sîngele trece într-un con arterial bine dezvoltat care prezintă pe pereții săi 4 sau uneori mai multe șiruri de valvule, dispuse una în spatele celeilalte. Din conul arterial sîngele trece în aorta ventrală.

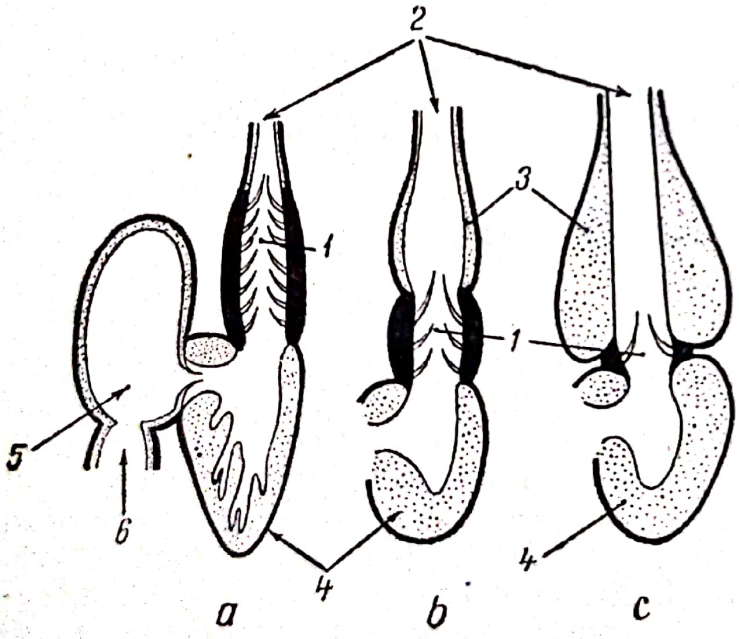


Fig. 116. Conul și bulbul arterial la pești (din Ihle):
a — selacieni; *b* — Amia; *c* — teleostean:
1 — conul arterial cu valvule; *2* — aorta ventrală; *3* — bulbul arterial; *4* — ventriculul; *5* — atriumul; *6* — sinusul venos.

La genul *Amia* (dintre Holostei), care din punct de vedere sistematic se află situat la începutul clasei *Osteichthyes*, inima are aceeași dispoziție și aceeași alcătuire. Se remarcă însă prezența unui con mult mai redus, prevăzut numai cu 3 valvule așezate pe un singur rînd și apariția bulbului arterial care reprezintă partea proximală, dilatată a aortei ventrale. La Teleostei, inima este iarăși compusă dintr-un sinus venos, un

atrium și un ventricul care se continuă printr-un con extrem de redus, cu bulbul arterial. Conul arterial este reprezentat aici numai printr-un inel musculos, prevăzut cu un singur rînd de valvule, în schimb bulbul arterial are un perete gros alcătuit din fibre musculare netede și este lipsit de valvule. El se continuă cu aorta ventrală (fig. 116, *c*).

Inima este mai complicată, ca structură, la Dipnoi la care apare o respirație aeriană prin plămîni, care funcționează atunci cînd respirația branhială devine imposibilă, din cauza scăderii apei. Se întrezăresc aici unele caractere pe care le vom întîlni la inima amfibienilor, alături de

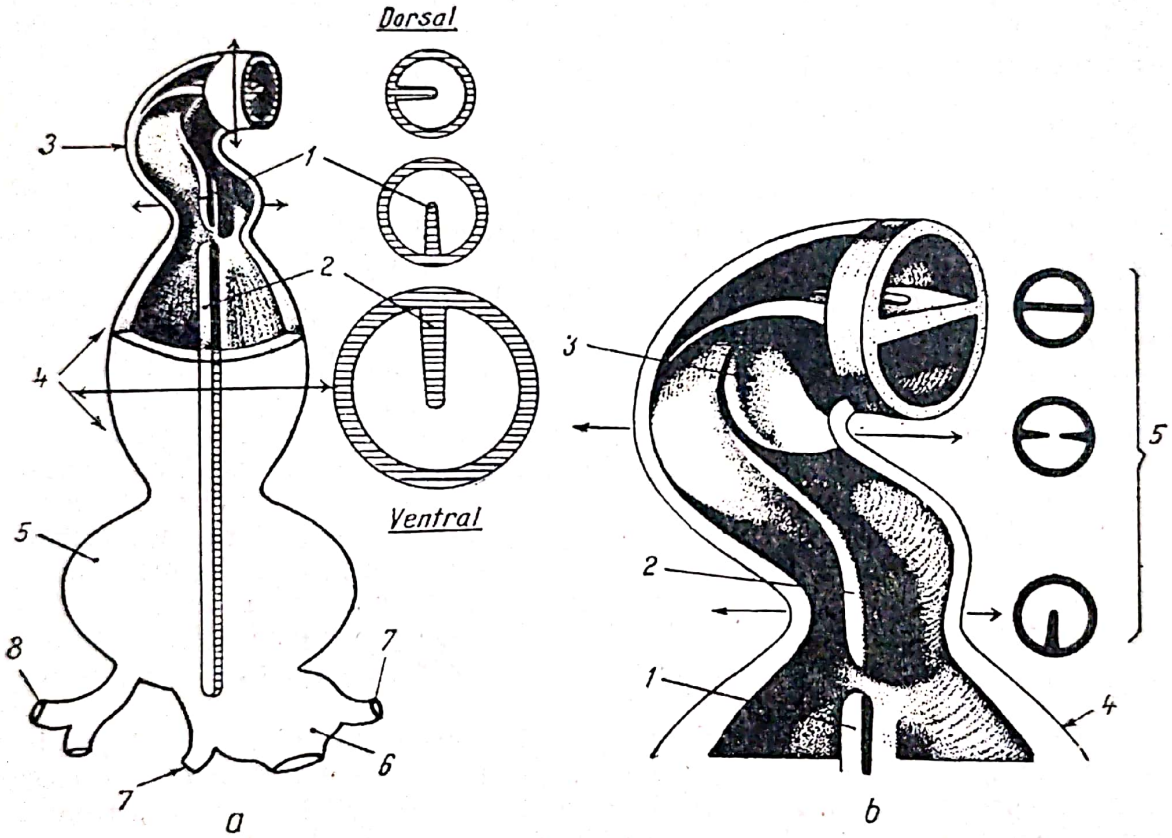


Fig. 117. *a* — schema inimii la *Neoceratodus* (după I h l e):
1 — pliu spiral (valvulă spirală); *2* — peretele dorsal; *3* — conul arterial; *4* — ventriculul (necomplet împărțit în două jumătăți prin peretele dorsal); *5* — atriumul (necomplet împărțit în două jumătăți prin peretele dorsal); *6* — sinusul venos; *7* — canalul lui Cuvier; *8* — vena pulmonară;
b — schema conului arterial la *Protopterus* (după I h l e):
1 — peretele dorsal; *2* — pliu spiral (valvulă spirală); *3* — al doilea pliu; *4* — ventriculul; *5* — conul arterial.

caracterele mai primitive ale inimii peștilor. Astfel, de la plămîn o venă aduce la inimă sînge oxigenat. Această venă străbate sinusul venos și se deschide direct în partea stîngă a atriumului, separat incomplet prin un septum în o parte dreaptă unde se deschide sinusul venos și o parte stîngă unde vine vena pulmonară. Separarea în două compartimente se realizează și în ventricul, bineînțeles tot incomplet, printr-o lamă mus-

Scanned with OKEN Scanner

culară perforată formată din benzi musculare anastomozate. Ventriculul se continuă cu un con arterial bine dezvoltat în care valvulele s-au contopit în parte formînd un perete despărţitor spiral (fig. 117).

Toate aceste separări sînt mult mai bine marcate la Dipneumoni (*Lepidosiren* şi *Protopterus*) decît la Monopneumoni (*Neoceratodus*). Sîngele, care vine prin jumătatea dorsală a conului arterial care corespunde părţii drepte a ventriculului, se distribuie la ultimele două perechi de arcuri aortice (*V* şi *VI*) în timp ce sîngele din partea stîngă vine în rampa ventrală a conului şi se distribuie la primele perechi de arcuri aortice (*III* şi *IV*). Prin inima dipnoilor circulă deci şi un sînge oxigenat. Dat fiind însă că inima este incomplet separată în două porţiuni, are loc un oarecare amestec între cele două feluri de sînge.

AMFIBIENII

Respiraţia aeriană are ca urmare modificarea inimii la amfibieni (fig. 118). Sinusul venos este în acest caz mai puţin dezvoltat decît la peşti. Atriumul este împărţit inegal în 2 camere printr-un septum complet la Anure, dar prezintă discontinuităţi la Urodele. Se formează astfel un atrium drept mai mare în care se deschide sinusul venos şi un atrium stîng mai mic în care se deschid venele pulmonare. Atriile comunică cu un ventricul unic, în al cărui perete, foarte spongios, musculatura are o dispoziţie specială ce nu permite amestecul sîngelui oxigenat venit de la plămîn cu sîngele venos venit din sinus. Ventriculul se continuă cu un con arterial bine dezvoltat în care valvulele s-au contopit formînd o cută spirală ce împarte conul în două rampe: rampa dreaptă sau aortică şi rampa stîngă sau pulmonară (pulmocutanată). Conul se continuă cu două trunchiuri arteriale simetrice, separate fiecare în 2 rampe: o rampă ventrală, de la care pleacă carotida comună şi cîrjele aortice şi o rampă dorsală, de la care pleacă arterele pulmocutanate.

Din cauza torsiunii conului, cele două rampe sînt dispuse lateral în porţiunea mijlocie a acestuia: rampa pulmonară spre stînga şi rampa aortică spre dreapta. În porţiunea sa terminală şi în trunchi, rampa aortică devine însă ventrală, cea pulmonară devenind dorsală.

Asupra circulaţiei sîngelui în inima amfibienilor, părerile sînt controversate. În lucrările clasice (S a b a t i e r, 1873; G a u p p, 1896 şi 1901; R a u, 1924) circulaţia sîngelui este explicată prin diferenţele de presiune care s-ar afla la nivelul grupului de artere aortice şi carotide, pe de o parte, şi la nivelul arterelor pulmonare cutanate, pe de altă parte. Astfel, sîngele oxigenat care vine în atriumul stîng prin venele pulmonare trece prin ventricul şi se angajează în rampa dreaptă (aortică) a conului arterial şi apoi în rampa ventrală a trunchiului, pentru a se distribui la arterele carotide şi la cîrjele aortice. Din atriumul drept sîngele amestecat trece în ventricul, apoi în rampa stîngă (pulmocutanată) a conului şi în rampa dorsală a trunchiului, de unde se distribuie arterelor pulmocutanate. Aceasta este *teoria amestecului parţial al sîn-*

Scanned with OKEN Scanner

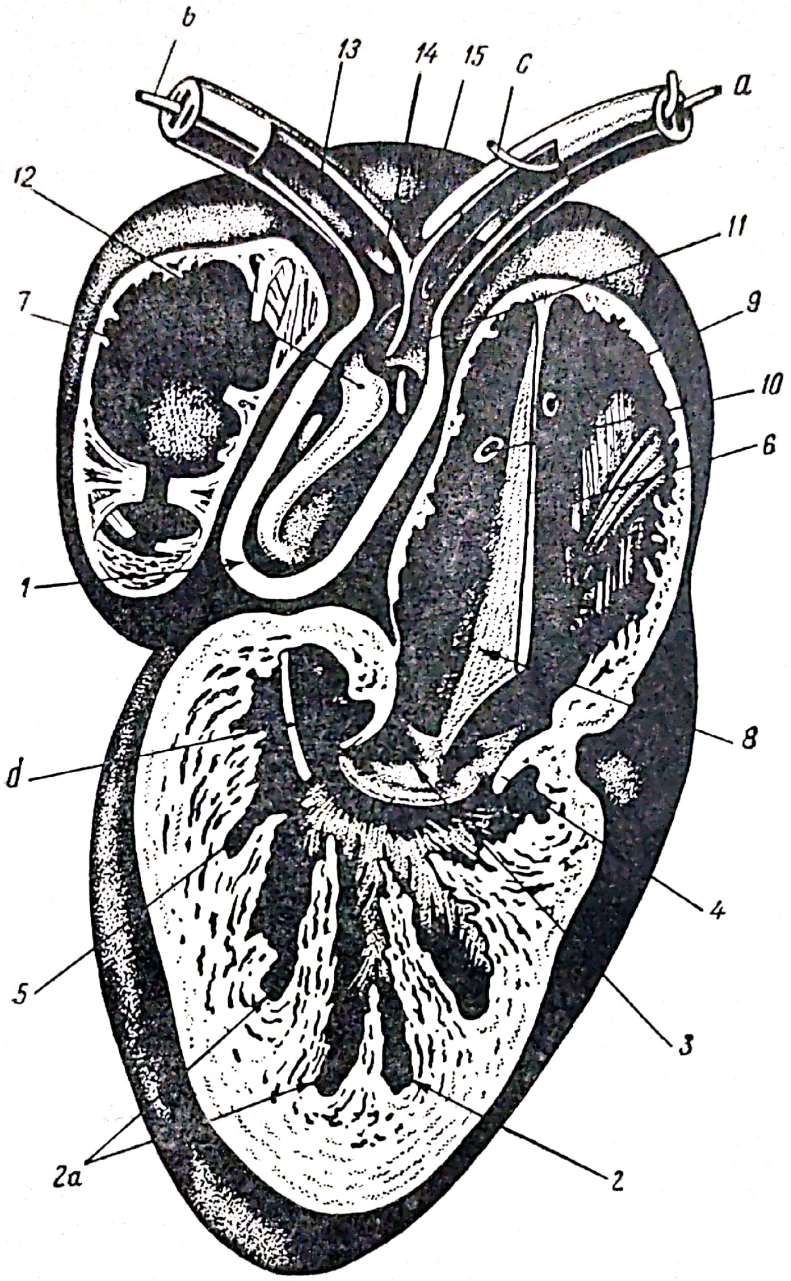


Fig. 118. Secţiune longitudinală prin inimă la *Rana* (din I h l e). Sondele arată următoarele căi:

a — artera pulmocutanată; *b* — aorta; *c* — carotida; *d* — deschiderea conului arterial în ventricul; *1* — conul arterial; *2* — ventriculul; *2a* — criptele ventriculului; *3* — valvula atrioventriculară dorsală; *4* — valvula atrioventriculară stîngă; *5* — valvula atrioventriculară dreaptă; *6* — atriumul stîng; *7* — atriumul drept; *8* — septumul interatrial; *9* — orificiul venei pulmonare; *10* — orificiul sinusului venos; *11* — peretele despărţitor orizontal; *12* — valvula spirală din con; *13* — rampa carotidiană; *14* — rampa aortică; *15* — septumul median.

gelui oxigenat cu cel venos. Alţi autori (H. L. Sharma, 1957; J. R. Simons, A. R. Micheulis şi alţii) susţin că cele două feluri de sînge oxigenat şi neoxigenat nu se amestecă de loc, nici în ventricul şi nici în aorte şi carotide. Din contră, Vandervael (1933), Foxon (1947) şi alţii susţin că cele două feluri de sînge se amestecă atît în ventricul cît şi în toate căile de circulaţie. Ei nu recunosc existenţa unor diferenţe de presiune la nivelul arterelor care părăsesc inima şi susţin că prin toate tipurile de artere, fie carotide, fie cîrje aortice, fie artere pulmocutanate trece un sînge amestecat. Ei susţin că nu se poate vorbi despre un sînge venos pur, deoarece în sinusul venos vine şi sîngele oxigenat adus de marile vene cutanate. Există, de asemenea, în inimă, unele locuri unde sîngele oxigenat, venit prin vena pulmonară, poate veni în contact cu sîngele amestecat venit din corp, septumul interatrial incomplet la Urodele permiţînd comunicarea dintre cele două atrii, iar pe de altă parte particularităţile valvulei spirale din con (care se inseră printr-o singură margine pe peretele acestuia, cealaltă margine fiind liberă) permiţînd comunicarea dintre rampe. Cercetările realizate la noi în ţară, la Iaşi, de E. Alexa (1958—1965) arată însă că, în condiţii normale, nu există la broască nici un amestec de sînge oxigenat şi venos nici în ventriculul unic şi nici în marile trunchiuri arteriale (cîrje aortice, carotide) care pleacă din inimă. Ele confirmă *teoria neamestecului celor două feluri de sînge* în circulaţia acestor vertebrate.

REPTILELE

Caracteristic pentru inima reptilelor este apariţia unui septum interventricular. Acesta împarte incomplet ventriculul în două camere la *Lacerta* (fig. 119), fiind mai bine dezvoltat la *Varanus* şi complet la crocodili (fig. 120).

Inima reptilelor este alcătuită dintr-un *sinus venos* mai mult sau mai puţin redus, în formă de potcoavă, care primeşte sîngele din vena cavă posterioară şi din venele cave anterioare. Urmează atriul complet îm-

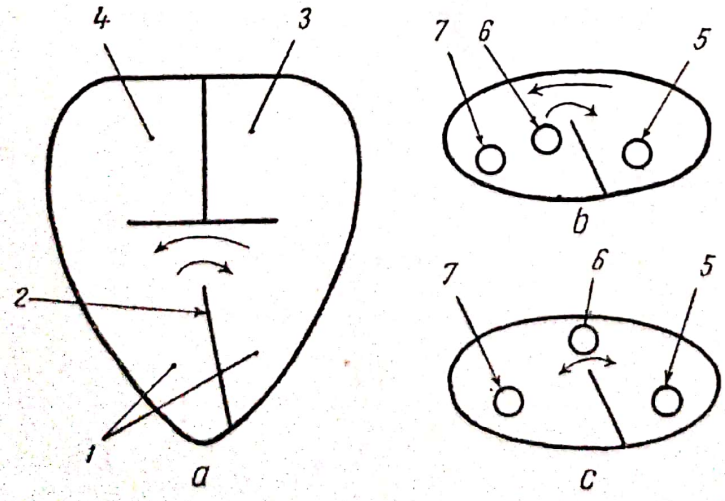


Fig. 119. Schema inimii la reptile (Lacertilieni şi Chelonieni) (din Ihle):

a — schema generală; b — secţiune transversală prin ventricul la Lacertilieni; c — secţiune transversală prin ventricul la Chelonieni:
1 — ventriculul; *2* — septumul interventricular; *3* — atriumul stîng; *4* — atriumul drept; *5* — cîrja aortică dreaptă; *6* — cîrja aortică stîngă; *7* — artera pulmonară.

părțit în 2 camere: atriul stîng și atriul drept, printr-un *septum interatrial*. Atriile comunică fiecare cu ventriculul din partea corespunzătoare.

Din ventriculul drept pleacă *artera pulmonară*. Tot în jumătatea dreaptă, dar în poziție mediană, se află locul de origine al unei cîrje aortice, care, recurbîndu-se spre stînga, poartă numele de cîrja stîngă. Din ventriculul stîng pleacă o altă cîrjă aortică, care, recurbîndu-se spre dreapta, poartă numele de *cîrja aortică dreaptă*. La bază, aceste trei vase mari sînt răsucite unul în jurul altuia și învelite într-o teacă comună.

La crocodili cele 2 cîrje aortice sînt lipite una de cealaltă și, imediat la începutul lor, deasupra valvulelor sigmoide, comunică printr-un orificiu numit *orificiul lui Panizza*. În timpul sistolei ventriculare acest orificiu este astupat de valvulele sigmoide. La sfîrșitul sistolei, valvulele

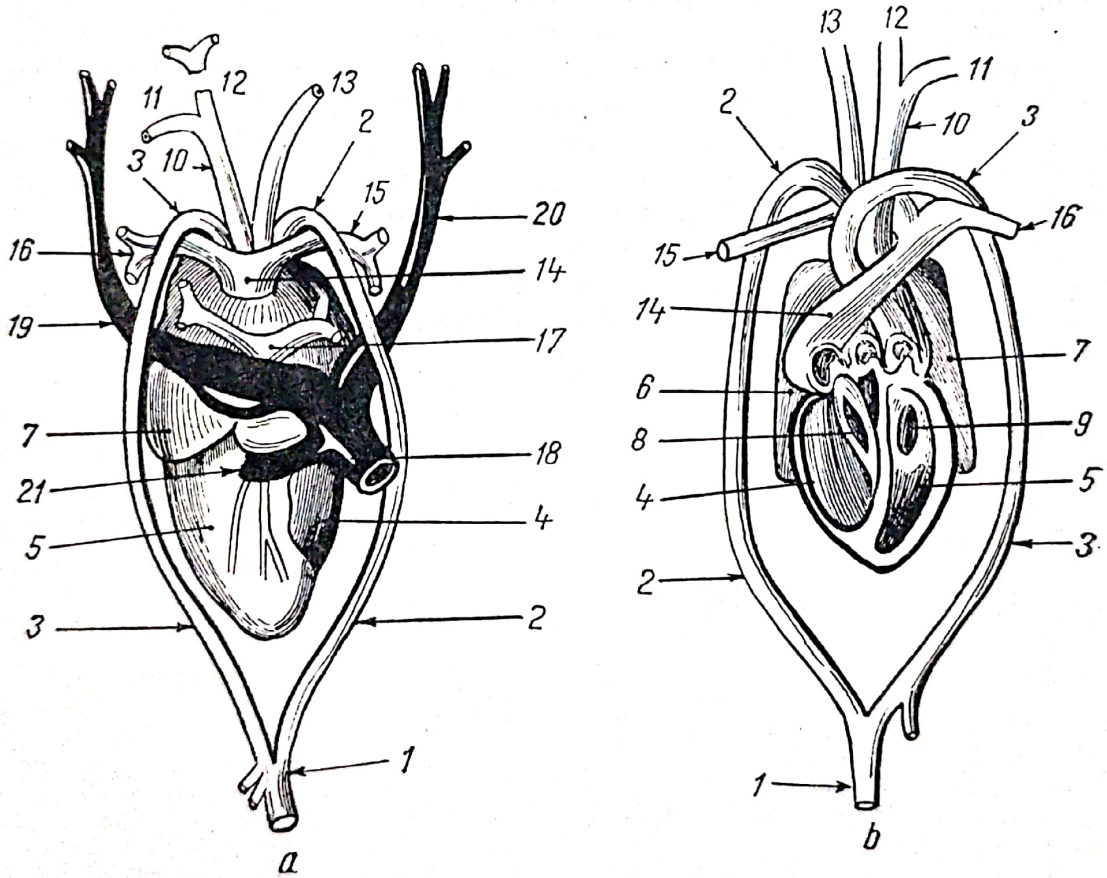


Fig. 120. Inima la Crocodilieni:
a — văzută dorsal; *b* — văzută ventral, cu ventriculul disecat (din Wiedersheim):

1 — aorta dorsală; *2* — cîrja aortică dreaptă; *3* — cîrja aortică stîngă; *4* — ventriculul drept; *5* — ventriculul stîng; *6* — atriumul drept; *7* — atriumul stîng; *8* — deschiderea atrioventriculară dreaptă; *9* — deschiderea atrioventriculară stîngă; *10* — trunchiul nenumit; *11* — artera subclaviculară stîngă; *12* — carotida comună; *13* — artera subclaviculară dreaptă; *14* — artera pulmonară; *15* — ramificația dreaptă a arterei pulmonare; *16* — ramificația stîngă a arterei pulmonare; *17* — vena pulmonară; *18* — vena cavă inferioară; *19* — vena cavă superioară stîngă; *20* — vena cavă superioară dreaptă; *21* — vena coronară.

sigmoide se lasă în jos și orificiul lui Panizza permite trecerea în cîrja aortică stîngă a unei mici cantități de sînge arterial. Prin cîrja aortică dreaptă circulă astfel numai sîngele arterial, iar prin cîrja aortică stîngă sînge amestecat. Din cîrja aortică dreaptă se desprinde trunchiul comun al arterelor carotide care vor primi numai sînge arterial. Cele două cîrje aortice se contopesc înapoia inimii într-o aortă comună, care va avea și ea un sînge amestecat.

PĂSĂRILE

La păsări inima prezintă un ventricul complet divizat în 2 compartimente. Cele două atrii, despărțite și ele complet la adult, oferă un septum incomplet la embrion, care lasă atriile să comunice prin *orificiul lui Botal*. Un septum interatrial complet se formează abia mai tîrziu. Conul arterial și sinusul venos, distincte la embrion, dispar la adult, sinusul venos intrînd în constituția atriului drept. Din ventriculul drept pleacă numai artera pulmonară deoarece cîrja aortică stîngă a dispărut. Din ventriculul stîng pleacă o cîrjă aortică care se îndoaie spre dreapta, fiind astfel omologă cu cîrja dreaptă de la reptile. Fiind singura cîrjă aortică la păsări, aorta dorsală nu este decît o continuare a ei. Despărțirea completă a celor două ventricule și a celor două atrii, precum și dispariția cîrjei stîngi, au drept efect înlăturarea oricărui amestec al sîngelui venos cu cel arterial, atît în interiorul inimii cît și în vasele sanguine (fig. 121).

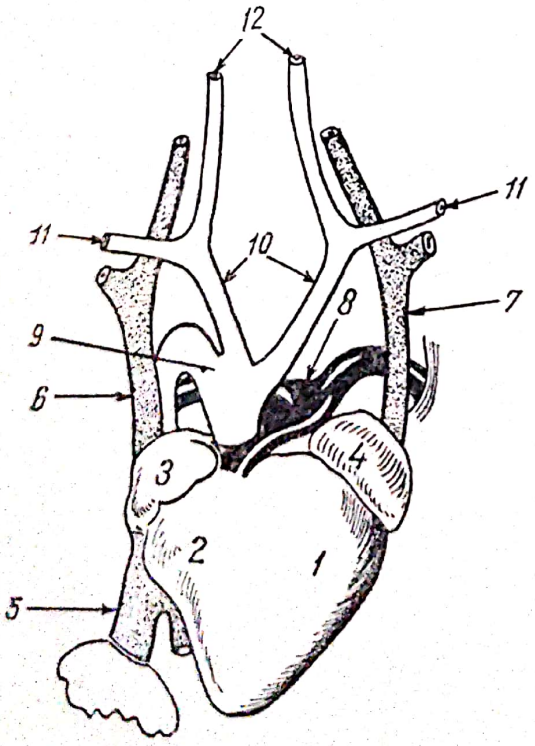


Fig. 121. Inima și vasele centrale la păsări (din Perrier):

1 — ventriculul stîng; *2* — ventriculul drept; *3* — atriumul drept; *4* — atriumul stîng; *5* — vena cavă inferioară; *6* — vena cavă superioară dreaptă; *7* — vena cavă superioară stîngă; *8* — artera pulmonară; *9* — cîrja aortică; *10* — artera brahiocefalică; *11* — artera subclaviculară; *12* — artera carotidă.

Scanned with OKEN Scanner

MAMIFERELE

La embrionul de mamifere, care în timpul vieţii intrauterine nu respiră prin plămîni, ci primeşte sînge arterial prin placentă, atriile, ca şi la embrionul de păsări, nu sînt complet separate. Ele comunică prin orificiul lui Botal. Această dispoziţie asigură trecerea sîngelui oxigenat, care vine de la placentă prin venele ombilicale în atriul drept, prin orificiul lui Botal în atriul stîng şi de aici în ventriculul stîng, care-l trimite prin artera aortă în corpul embrionului. Trebuie menţionat însă că în atriul stîng sîngele este puţin amestecat, deoarece aici se deschid şi venele pulmonare care vin de la plămîni. Deşi acestea nu funcţionează la embrion, ele au totuşi o circulaţie trofică ca orice organ, sîngele aferent fiind în acest caz un sînge venos.

La naştere, orificiul lui Botal se obliterează. În cazurile anormale, cînd această obliterare nu a avut loc sau a fost incompletă, sîngele din cele două atrii se amestecă într-o oarecare măsură, acest defect fiind cauza aşa-numitei „boli albastre".

După terminarea embriogenezei, la mamifere, la fel ca la păsări, camerele din partea dreaptă a inimii şi cele din partea stîngă a ei sînt complet separate, primele conţinînd exclusiv sînge venos, celelalte exclusiv sînge arterial (fig. 122).

Sîngele arterial este adus prin venele pulmonare în atriul stîng, de unde trece în ventriculul stîng care-l trimite în tot corpul prin aortă (a cărei cîrjă se recurbează spre stînga, şi nu spre dreapta, ca la păsări).

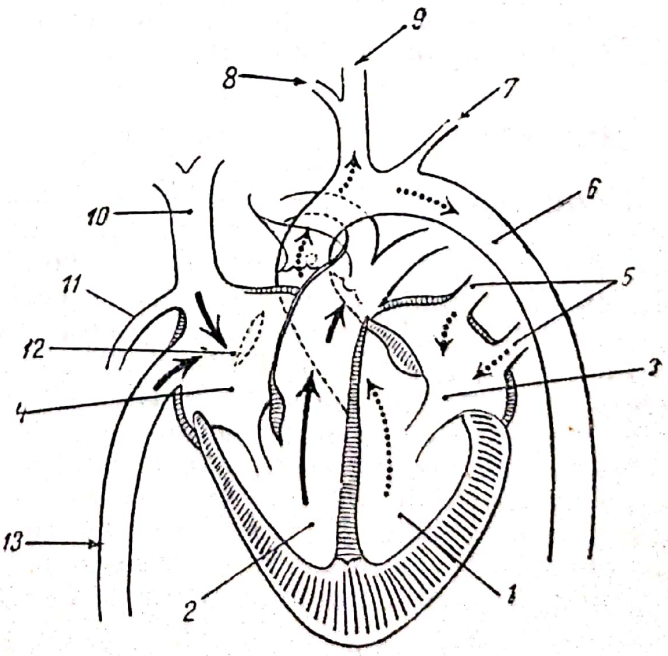


Fig. 122. Schema inimii şi a principalelor vase la un mamifer (din Leach):
1 — ventriculul stîng; *2* — ventriculul drept; *3* — atriumul stîng; *4* — atriumul drept; *5* — venele pulmonare; *6* — aorta; *7* — artera subclaviară stîngă; *8* — artera subclaviculară dreaptă; *9* — carotida; *10* — vena cavă superioară; *11* — vena azigoz; *12* — sinusul coronar; *13* — vena cavă inferioară.

Sîngele venos se întoarce din corp în atriul drept, de unde trece în ventriculul corespunzător, și de aici pleacă la plămîni prin artera pulmonară.

EVOLUȚIA SISTEMULUI ARTERIAL

La vertebrate, sistemul arterial ca și sistemul venos comportă același plan fundamental de organizare. Acest fapt, observat de mult, era explicat de M i l n e E d w a r d s în 1885[1] în felul următor: „Sistemul arterial afectează la început aceeași dispoziție la toate vertebratele și numai ca urmare a progresului travaliului organic se manifestă particularitățile proprii sau diverse tipuri secundare în această mare încrengătură zoologică".

SISTEMUL ARTERIAL CENTRAL

La un embrion de la vertebrate, curînd după formarea inimii, apare în regiunea faringelui, ventral și median, un vas numit *aorta ventrală* care intră apoi în legătură cu conul arterial. În partea sa anterioară aorta ventrală se bifurcă, dînd naștere la 2 ramificații situate în regiunea mandibulară. În partea dorsală a embrionului apare un alt vas mare de sînge, *aorta dorsală* și între acesta și aorta ventrală se stabilesc legături prin *arcurile arteriale* dispuse metameric între pungile faringiene. Tipic, sînt 6 perechi de arcuri arteriale, deși există unele variații la formele inferioare.

Se poate vorbi despre o variabilitate a evoluției arcurilor arteriale la diferitele grupe de vertebrate, în urma căreia apar dispozițiile tipice pentru fiecare din acestea (fig. 123).

CICLOSTOMII

Aorta ventrală foarte lungă înaintează de la bulbul arterial în regiunea faringiană. Din ea se desprind *arterele branhiale aferente* care se dispun între pungile branhiale. Numărul acestor artere este legat de numărul pungilor branhiale și la Ciclostomi el este în general mai mare de 6 (*Bdellostoma*—14, *Petromyzon marinus*—7).

Fiecare arteră branhială aferentă care merge între două pungi branhiale se bifurcă în 2 ramuri, care, capilarizîndu-se, alimentează fiecare cîte o lamă branhială (fig. 124).

La nivelul branhiilor se face schimbul de gaze. De la branhii pleacă *arterele branhiale eferente* care sînt în același număr și cu aceeași dispoziție ca și arterele branhiale aferente. Arterele branhiale eferente se deschid în *aorta dorsală*. Aceasta se bifurcă la o scurtă distanță înaintea regiunii branhiale, pentru ca cele două ramuri să se unească

[1] Prelegere ținută la Collège de France.

Scanned with OKEN Scanner

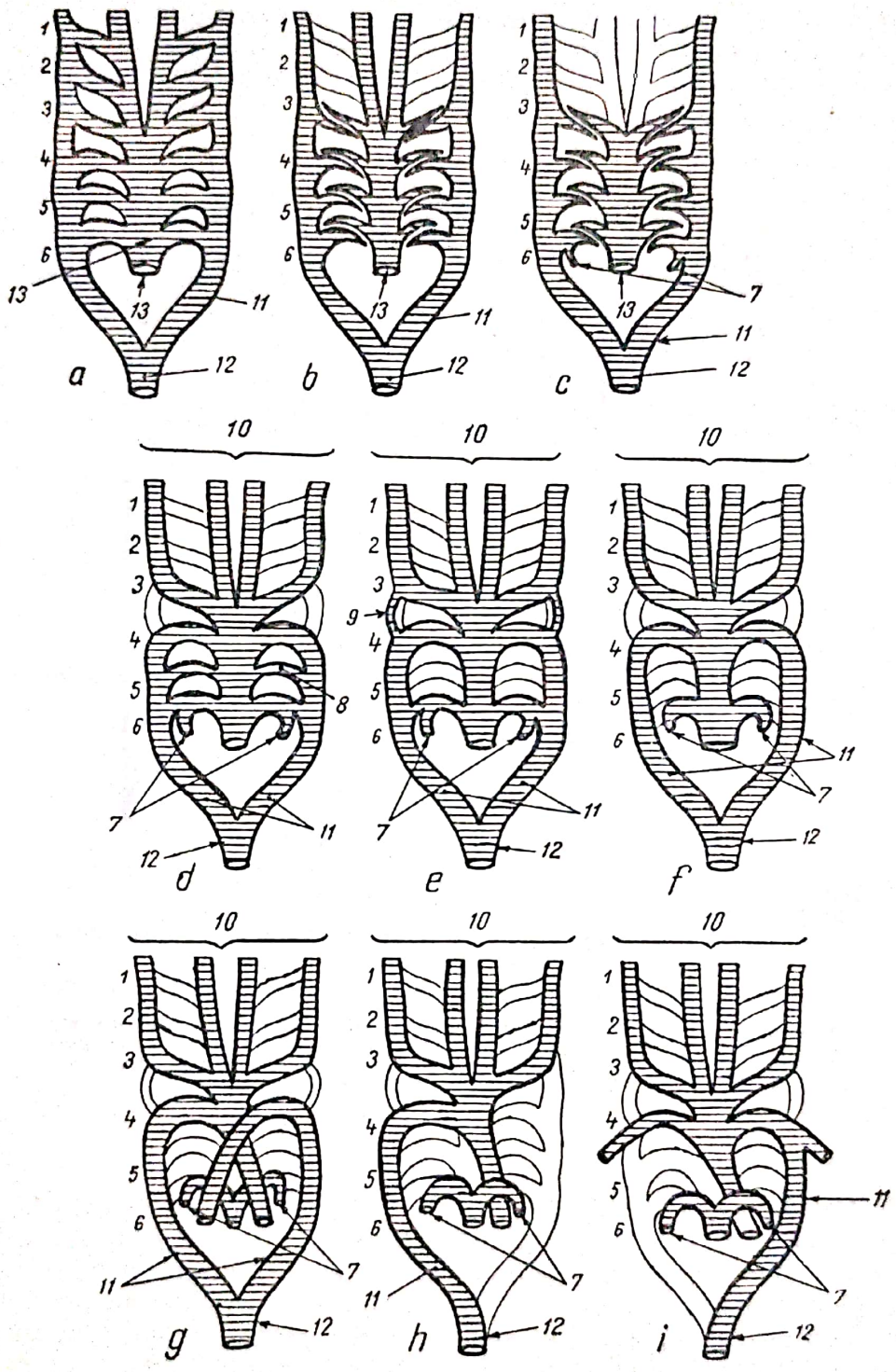


Fig. 123. Schema evoluției arcurilor arteriale la vertebrate (din I h l e):
a — embrion de vertebrat; *b* — Teleostei; *c* — Dipnoi; *d* — *Salamandra*; *e* — *Triton*; *f* — *Rana*; *g* — reptile; *h* — păsări; *i* — mamifere;
1...6 — arcurile arteriale; *7* — arterele pulmonare; *8* — canalul lui Botal; *9* — canalul carotidian; *10* — carotidele; *11* — cîrjele aortice; *12* — aorta dorsală; *13* — aorta ventrală.

în partea anterioară formînd un inel cunoscut sub numele de *cerc cefalic*, de la care se desprind carotidele care alimentează creierul, organele de simț de la cap etc. Din aorta dorsală se desprind artere care duc sîngele oxigenat în tot corpul.

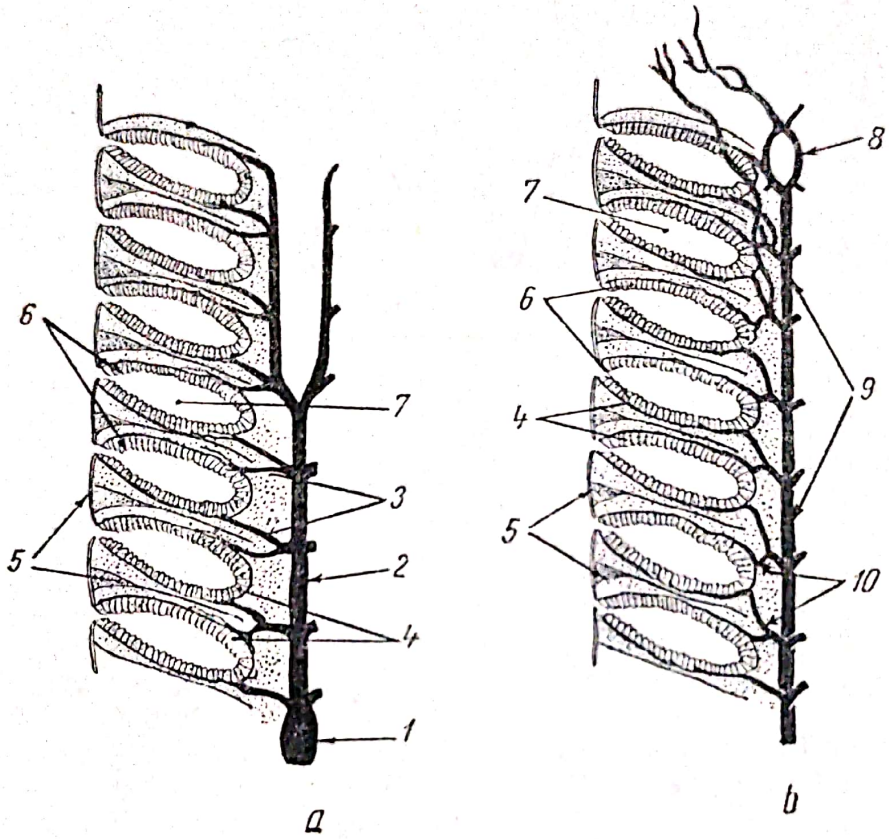


Fig. 124. Schema circulației din regiunea branhială la *Petromyzon marinus*:
a — aorta ventrală și ramificațiile ei; *b* — aorta dorsală și arterele branhiale eferente (din Weichert):
1 — bulbul arterial; *2* — aorta ventrală; *3* — arterele branhiale aferente; *4* — holobranhie; *5* — septele interbranhiale; *6* — lamelele branhiale; *7* — pungile branhiale; *8* — cercul cefalic; *9* — aorta dorsală; *10* — arterele branhiale eferente.

PEȘTII

Chondrichthyes. Din conul arterial pleacă o *aortă ventrală*, de pe care se desprind 5—7 perechi de *artere branhiale aferente* sau hipobranhiale, care merg de-a lungul arcurilor branhiale dînd ramificații la lamele și lamelele branhiale. La nivelul acestora din urmă, unde vasele se capilarizează, are loc schimbul de gaze. Sîngele oxigenat este colectat de *arterele branhiale eferente* sau epibranhiale (în principiu cîte două pentru fiecare fantă branhială), care se varsă în aorta dorsală (fig. 125). Înaintea regiunii branhiale, aceasta se bifurcă pentru a forma *cercul cefalic* (pe care l-am întîlnit și la Ciclostomi), de pe care

se desprind carotidele comune care irigă capul și care se împart curînd fiecare în cîte o carotidă internă și o carotidă externă.

În regiunea ei postbranhială, *aorta dorsală* dă ramificații arteriale care irigă pereții corpului și toate organele.

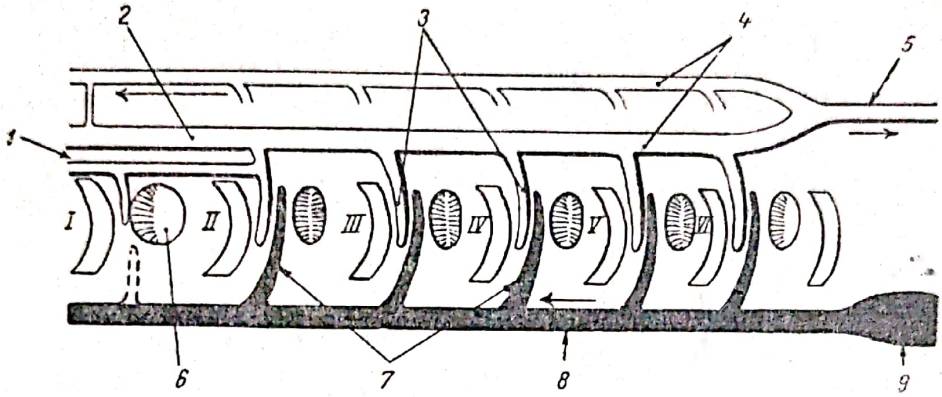


Fig. 125. Schema circulației în regiunea branhială la Selacieni (din Ihle):

I—VI — arcurile viscerale: *1* — carotida externă; *2* — carotida internă; *3* — arterele branhiale eferente; *4* — cîrjele (rădăcinile) aortei dorsale; *5* — aorta dorsală; *6* — spiraculul; *7* — arterele branhiale aferente; *8* — aorta ventrală; *9* — inima.

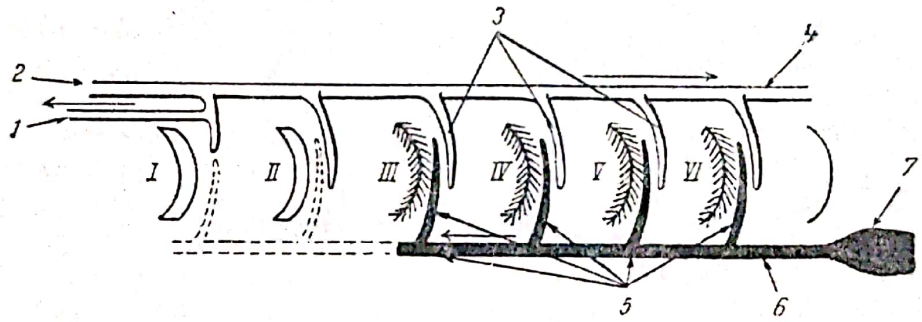


Fig. 126. Schema circulației în regiunea branhială la Teleostei (din Ihle):

I . . . VI — arcurile viscerale: *1* — carotida externă; *2* — carotida internă; *3* — arterele branhiale eferente; *4* — aorta dorsală; *5* — arterele branhiale aferente; *6* — aorta ventrală; *7* — inima.

La Teleostei aorta ventrală formează numai patru perechi de arcuri aortice, și anume ultimele 4 perechi. Primele 2 perechi regresează foarte mult sau dispar cu totul. Cele 4 perechi de arcuri aortice care rămîn sînt alcătuite fiecare dintr-un vas branhial aferent și un singur vas branhial eferent în loc de 2 vase eferente ca la *Chondrichthyes* (fig. 126). Restul dispozițiilor sistemului arterial este, în linii generale, asemănător cu acela al acestora din urmă.

Dipnoii prezintă dispoziții interesante ale sistemului lor arterial, în raport cu structura inimii lor, cu existența unei respirații pulmonare, precum și cu existența unor caractere speciale ale aparatului lor bran-

hial (fig. 127). Astfel, absența branhiilor pe primul arc branhial la *Lepidosiren* și pe primul și al doilea arc branhial la *Protopterus* determină lipsa unei rețele capilare între arterele branhiale aferente și eferente respective, artere care se află astfel dispuse în perfectă continuare.

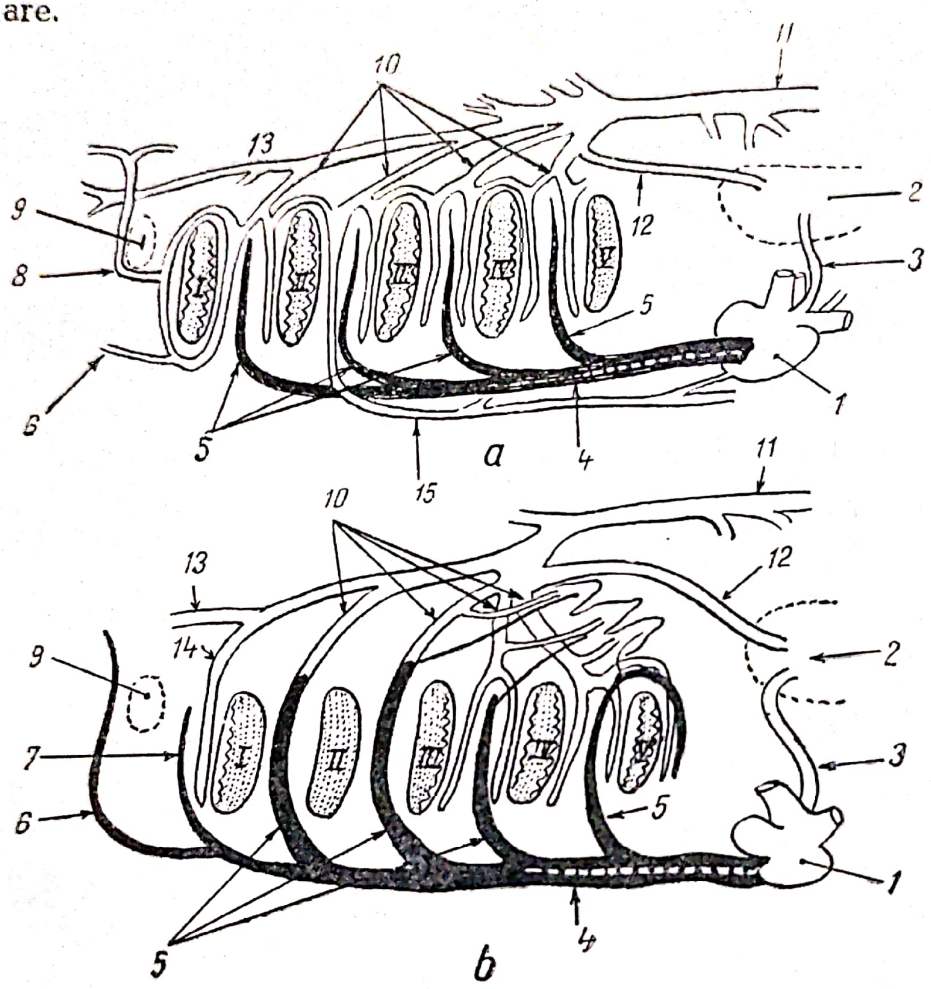


Fig. 127. Dispoziția arterelor branhiale la *Neoceratodus* (*a*) și la *Protopterus* (*b*) (din Grassé):

I...V — fantele branhiale: *1* — inima; *2* — vezicula pulmonară; *3* — vena pulmonară; *4* — aorta ventrală; *5* — artera branhială aferentă; *6* — artera mandibulară; *7* — artera hioidiană aferentă; *8* — artera pseudobranhială; *9* — spiracul; *10* — artera branhială eferentă; *11* — aorta dorsală; *12* — artera pulmonară; *13* — carotida internă; *14* — artera hioidiană eferentă; *15* — artera hipobranhială mediană.

Aorta ventrală fiind foarte scurtă, arterele branhiale aferente pornesc aproape din conul arterial. În legătură cu subdivizarea acestuia în două rampe, primele două artere branhiale se formează din rampa ventrală conținînd astfel sînge pulmonar, în timp ce ultimele două se leagă de rampa dorsală, conținînd astfel sînge venos.

Arterele branhiale eferente păstrează o dispoziție primitivă, fiind în număr de cîte două pentru fiecare arc branhial (ca la *Chondrichthyes*). Ele se varsă în aorta dorsală, după ce fiecare pereche de artere efe-

rente ale unui aceluiași arc branhial s-au reunit. La formele prevăzute cu branhii externe în faza larvară, aceste artere primesc sîngele prin extremitatea fiecărei artere aferente corespunzătoare, sîngele care iese din ele vărsîndu-se în artera eferentă corespunzătoare.

Plămînii sînt irigați de arterele pulmonare, care se desprind din ultima pereche de artere branhiale eferente (a 3-a la *Lepidosiren*, a 4-a la *Protopterus* și *Neoceratodus*). Din plămîni, sîngele se reîntoarce în jumătatea stîngă a atriului. În cazul respirației aeriene, acest sînge este oxigenat.

AMFIBIENII

La amfibieni, evoluția arcurilor viscerale se face tot în sensul micșorării numărului lor și al modificării complexului de vase din regiunea faringiană.

La Anure, din cele 6 arcuri aortice rămîn doar arcurile *III*, *IV* și *VI*. Arcurile *I*, *II* și *V* regresează și dispar. Porțiunea aortei dorsale (radicele) dintre arcurile *III* și *IV* se micșorează treptat în decursul embriogenezei, întrerupînd cele două porțiuni ale aortei dorsale. Arcul *III*, împreună cu porțiunea anterioară din aorta dorsală formează *arterele carotide interne*. Artera ventrală embrionară se bifurcă anterior, dînd naștere carotidelor *externe*, iar porțiunea din aorta ventrală cuprinsă între arcul *III* și *IV* formează trunchiul carotidelor *comune*. Arcul al *IV*-lea va da naștere celor două cîrje aortice. Din arcul *VI* care nu se mai leagă cu aorta dorsală se dezvoltă *arterele pulmocutanate*. Aceste două categorii de vase rămîn însă legate între ele prin canalul lui Botal. Acesta dispare însă în timpul metamorfozei (v. fig. 123, *f* și 129).

La Urodele evoluția arcurilor aortice este asemănătoare. La embrion sînt prezente toate cele 6 perechi de arcuri aortice. La adult, perechile *I* și a *II*-a de arcuri degenerează și rămîn perechile *III*, *IV*, *VI* la unele Urodele, ca *Salamandra*, rămînînd și arcul *V* sub formă redusă (v. fig. 123, *d*). Arcurile *III*, *IV* și *VI* evoluează întocmai ca la Anure. Canalul lui Botal la Urodele persistă și la adult. La unele Urodele, de exemplu la *Triton*, persistă, de asemenea, și un canal care leagă cîrjele aortice de carotide, denumit *canal carotidian* (v. fig. 123, e).

Branhiile larvelor la Urodele sînt vascularizate de artere aferente și eferente, care sînt derivații ale aortei ventrale și dorsale și sînt situate lateral față de arcurile aortice.

REPTILELE

La adult persistă, ca și la amfibieni, perechile de arcuri aortice *III*, *IV* și *VI* (v. fig. 123, *g*). Ca și la amfibieni, porțiunea aortei dorsale cuprinsă între arcurile *III* și *IV* regresează și dispare (poate persista sub formă redusă doar la unii șerpi, ca și rămășițele arcului V de la unele șopîrle și Chelonieni).

Scanned with OKEN Scanner

Din perechea a *III*-a de arcuri arteriale, împreună cu porţiunea anterioară a cîrjelor aortice embrionare, se formează *carotidele interne*. Din bifurcarea la capătul anterior al aortei ventrale se formează carotidele *externe*. Arterele carotide au un trunchi comun, rezultat din porţiunea aortei ventrale cuprinsă între locurile de origine ale perechilor *III* şi *IV* de arcuri arteriale care rămîn legate de al *IV*-lea arc arterial drept *(cîrja aortică dreaptă)*. A *IV*-a pereche de arcuri arteriale are următoarea evoluţie: arcul stîng nu se mai leagă de aorta ventrală, ci pătrunde direct în conul arterial pînă în partea dreaptă a ventriculului. Din el se formează *cîrja aortică stîngă*. Arcul drept din perechea a *IV*-a de arcuri branhiale, împreună cu porţiunea posterioară a aortei ventrale (care pătrunde pînă în partea stîngă a ventriculului), formează *cîrja aortică dreaptă*. Cele două cîrje aortice se unesc apoi dorsal pentru a forma o singură aortă comună. Din perechea a *VI*-a de arcuri aortice se dezvoltă *arterele pulmonare*. Dat fiind legăturile lor cu ventriculele, cîrja aortică dreaptă primeşte sînge oxigenat, în timp ce cea stîngă primeşte sînge venos. Aorta dorsală va avea, prin urmare, un sînge amestecat, dar carotidele, care sînt în raport cu cîrja dreaptă, primesc numai sîngele arterial (fig. 128, *a*).

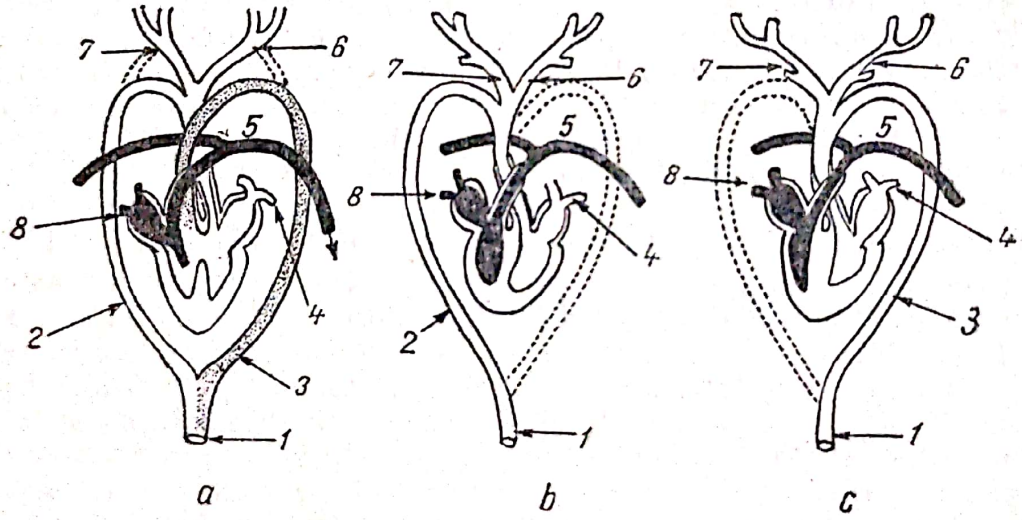


Fig. 128. Schema dispoziţiei arterelor centrale la reptile (*a*) păsări (*b*) şi mamifere (*c*):

1 — aorta dorsală; *2* — cîrja aortică dreaptă; *3* — cîrja aortică stîngă; *4* — venele pulmonare; *5* — artera pulmonară şi ramurile sale; *6* — trunchiul brahiocefalic arterial stîng; *7* — trunchiul brahiocefalic arterial drept; *8* — venele cave.

PĂSĂRILE

Evoluţia arcurilor arteriale este asemănătoare cu cea de la reptile. Deosebirea esenţială constă în faptul că arcul stîng din perechea a *IV*-a regresează şi nu mai formează cîrja aortică stîngă. El participă cel mult la formarea *arterei subclaviculare stîngi*. La păsări, rămîne astfel doar *cîrja aortică dreaptă* care pleacă din ventriculul stîng. Din ea

se desprinde trunchiul comun al arterelor carotide derivate în același mod ca la reptile și amfibieni. Din perechea a *VI*-a de arcuri arteriale se formează *arterele pulmonare* care pleacă din ventriculul drept (v. fig. 123, *h* și 128, *b*). Pînă în momentul în care plămînul începe să devină funcțional (ecloziune), există o legătură între arterele pulmonare și cîrja aortică denumită *canalul lui Botal.* După ecloziune, aceste canale regresează și din ele rămîne doar cîte o coardă de țesut conjunctiv de fiecare parte, constituind *ligamentul lui Botal.*

MAMIFERELE

La mamifere persistă, la adult, aceleași perechi de arcuri arteriale ca și la reptile și păsări, anume perechile *III, IV* și *VI.* Evoluția lor este, în linii mari, asemănătoare cu aceea a arcurilor de la păsări. Deosebirea între ele constă în faptul că la mamifere arcul drept al perechii a *IV*-a de arcuri arteriale se îndoaie spre stînga, formînd o *cîrjă aortică stîngă* (v. fig. 123, *i* și 128, *c*). Din arcul stîng al perechii a *IV*-a de arcuri aortice se formează *subclaviculara dreaptă.* Subclaviculara stîngă se dezvoltă prin dilatarea unei artere intersegmentare din partea respectivă. Și la mamifere, în timpul vieții intrauterine, există de fiecare parte cîte un canal Botal, dar cel drept regresează curînd și dispare, iar cel stîng se astupă la naștere, rămînînd din el doar *ligamentul lui Botal.*

La unele mamifere persistă un rest din perechea a *II*-a de arcuri, sub forma *arterei stapediale,* care se leagă printr-o anastomoză cu carotida externă.

SISTEMUL ARTERIAL PERIFERIC

Din arterele descrise mai sus se desprind toate celelalte vase arteriale care irigă capul, pereții corpului, membrele și organele interne (fig. 129).

Vasele arteriale care irigă capul se desprind în cea mai mare parte din arterele carotide. Aorta se continuă în partea ei posterioară cu artera caudală. Din aortă se desprind pe tot traiectul său vase care duc sîngele la pereții corpului și membre — *arterele somatice* — și vase care duc sîngele la organele interne — *arterele viscerale.*

Arterele somatice au o evidentă dispoziție metamerică, mai ales la formele inferioare de vertebrate. Ele sînt de regulă perechi și irigă teritorii derivate din epimerele embrionare. La formele superioare de vertebrate ele se pot uni între ele, ceea ce maschează metameria dispoziției lor. Astfel de artere somatice sînt arterele *intercostale* dorsolombare și sacrale. Din unirea mai multor artere segmentare se formează și arterele care irigă membrele superioare (arterele *subclaviculare)* și membrele inferioare (arterele *iliace).*

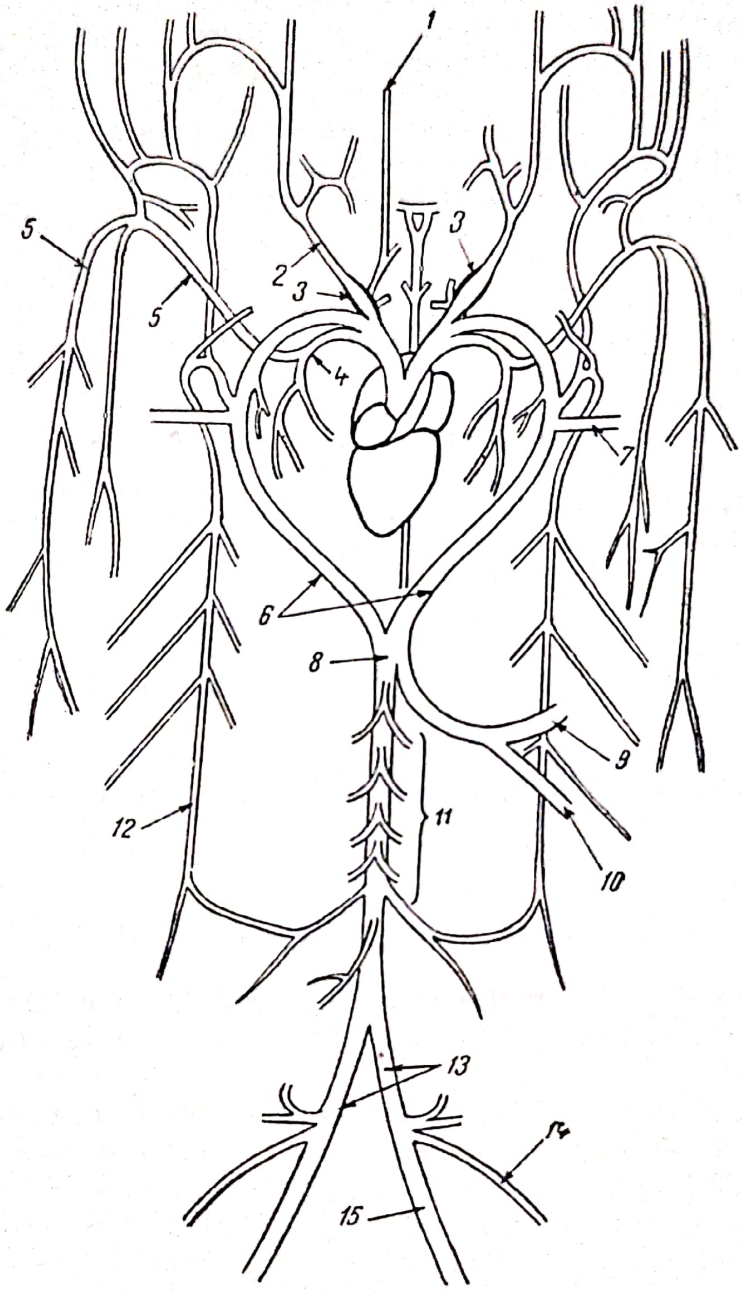


Fig. 129. Schema circulației arteriale la *Rana* (din I h l e):

1 — carotida externă; *2* — carotida internă; *3* — glomusul carotidian; *4* — artera pulmonară; *5* — artera cutanată; *6* — cîrja aortică; *7* — artera subclaviculară; *8* — aorta dorsală; *9* — artera celiacă; *10* — artera mezenterică; *11* — arterele urogenitale; *12* — artera vertebrală; *13* — artera iliacă comună; *14* — artera femurală; *15* — artera ischiatică.

Arterele viscerale alimentează cu sînge arterial organele interne. Acestea sînt fie artere perechi care merg la organe perechi, fie neperechi. Dintre cele p e r e c h i fac parte arterele *renale, ovariene, spermatice, urogenitale.* Arterele renale și genitale sînt în număr foarte mare la vertebratele inferioare, numărul lor scăzînd considerabil la vertebratele superioare. Dintre arterele n e p e r e c h i fac parte acelea care dau ramificații ce irigă organele tubului digestiv: artera *celiacă* din care se desprind ramuri pentru stomac (gastrică), splină (splenică), pancreas (pancreatică), ficat (hepatică) și duoden (duodenală); artera *mezenterică* superioară de la care pleacă ramuri ce alimentează intestinul subțire și porțiunea inițială a intestinului gros și artera mezenterică inferioară pentru restul intestinului gros și rectum. În dispoziția și ramificațiile acestor artere există variații la diferitele clase de vertebrate.

EVOLUȚIA SISTEMULUI VENOS

Sistemul venos al vertebratelor este constituit după același plan fundamental care poate fi recunoscut în primele faze ale dezvoltării embrionare la fiecare clasă de vertebrate. Diferențierile care apar mai tîrziu în constituția sistemului venos sînt corelate cu complexitatea structurală, dobîndită de animal în evoluția sa.

Există totuși o deosebire în alcătuirea sistemului venos față de cel arterial, care se remarcă încă din primele faze ale dezvoltării embrionare, deosebire care este legată de prezența sau absența sacului vitelin la embrionul respectiv.

La embrionii care au un sac vitelin există următoarele trunchiuri vasculare: o pereche de *vene viteline* sau omfalomezenterice care aduc embrionului hrana de la sacul vitelin al acestuia. Aceste vene sînt prezente chiar și la mamifere, unde sacul vitelin nu conține vitelus. Ambele vene viteline se deschid în sinusul venos, iar prin partea lor posterioară se unesc fiecare cu cîte o *venă subintestinală.* Venele subintestinale fuzionează curînd și formează în jurul anusului un inel, pentru a se continua apoi spre partea posterioară cu *vena caudală.*

În afară de vasele descrise mai sus, sîngele este adus din regiunea capului spre inimă prin două *vene cardinale anterioare,* iar din partea posterioară a corpului prin două vene cardinale *posterioare.* Venele cardinale de pe fiecare parte se unesc formînd cîte un vas comun cunoscut sub numele de *canalul lui Cuvier.* Canalele lui Cuvier se deschid și ele în sinusul venos. Venele cardinale anterioare sînt totuna cu *venele jugulare* de la vertebratele tetrapode care prezintă o ramificație internă și una externă. La ciclostomi, pești și salamandre există în plus cîte o venă jugulară inferioară care nu are nici un omolog la vertebratele superioare (fig. 130).

Tot în sinusul venos se mai deschid, de fiecare parte, cîte o *venă abdominală laterală*. Venele laterale localizate în peretele ventral sau lateral al corpului devin la amniote *venele alantoidiene* sau *ombilicale*.

La reptile sînt prezente ambele vene ombilicale, iar la păsări și mamifere rămîne numai vena ombilicală stîngă.

La embrionii care nu au sac vitelin venele subintestinale se comportă ca și la vertebratele cu sac vitelin: fuzionînd ele formează în jurul anusului un inel și se continuă cu *vena caudală*.

Din venele descrise pînă acum derivă toate celelalte vase care alcătuiesc sistemul venos la animalele adulte.

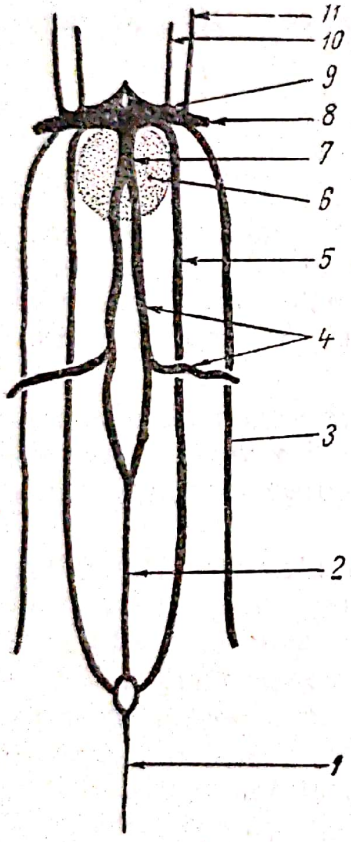


Fig. 130. Schema sistemului venos primitiv din care a derivat sistemul venos al vertebratelor (din Weichert):

1 — vena caudală; *2* — vena subintestinală *3* — vena abdominală laterală; *4* — venele viteline; *5* — vena cardinală posterioară; *6* — schița ficatului; *7* — canalul venos; *8* — canalul lui Cuvier; *9* — sinusul venos; *10* — vena jugulară; *11* — vena cardinală anterioară.

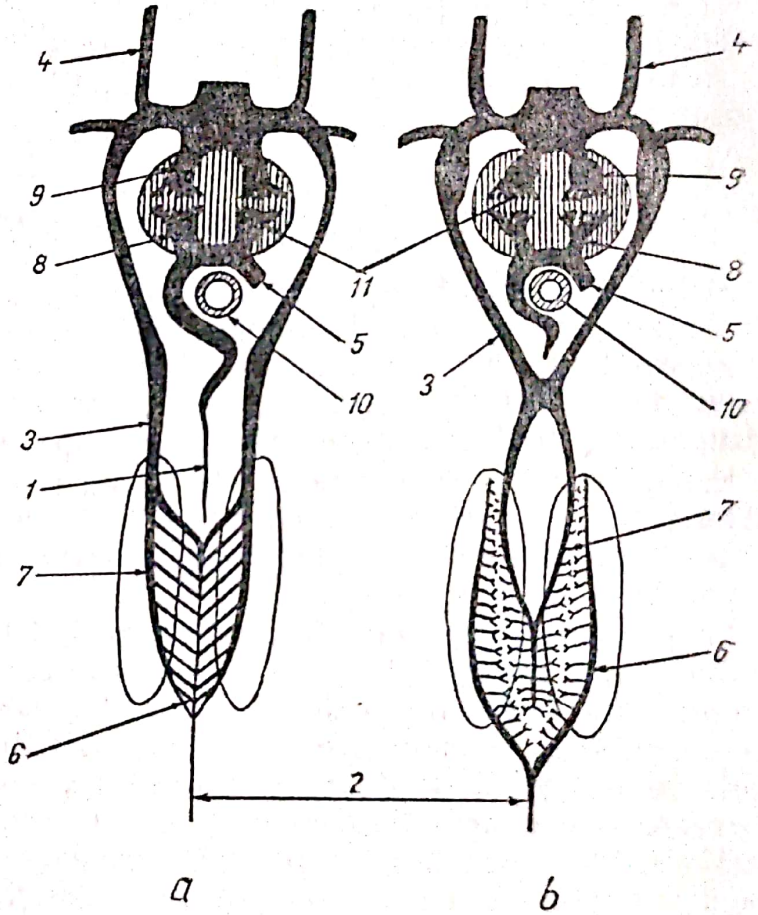


Fig. 131. Schema dezvoltării embrionare a sistemului venos la Selacieni (din *Ihle*):

a — faza embrionară; *b* — dispoziția definitivă: *1* — vena subintestinală; *2* — vena caudală; *3* — vena cardinală posterioară; *4* — vena cardinală anterioară; *5* — vena vitelină; *6* — vena portrenală; *7* — vena renală; *8* — vena porthepatică; *9* — vena hepatică; *10* — intestinul; *11* — ficatul.

Scanned with OKEN Scanner

Sistemul venos prezintă pe traiectul său *dispoziţii vasculare speciale*, cum sînt: *sistemul porthepatic* prezent la toate vertebratele şi *sistemul portrenal* care lipseşte la ciclostomi şi mamifere şi este redus la păsări.

La formarea sistemului porthepatic, în decursul embriogenezei iau parte venele viteline şi subintestinale.

Ficatul se dezvoltă la toate vertebratele ca un mugure al intestinului în regiunea posterioară a inimii, interpunîndu-se astfel pe traiectul venelor viteline. Acestea pătrund în ficat şi se ramifică, dînd în cele din urmă capilare. Vena vitelină dreaptă se atrofiază şi rămîne doar vena vitelină stîngă cu afluentul său, vena subintestinală, care duce sîngele de la intestin spre ficat. Ea alcătuieşte deci *vena porthepatică*. Aceasta, după ce s-a ramificat în ficat, se reuneşte în *vena suprahepatică*, ce va duce sîngele din ficat spre inimă (fig. 131).

La alcătuirea sistemului portrenal iau parte venele cardinale posterioare şi o pereche de *vene subcardinale*, care apar pentru prima dată la peşti.

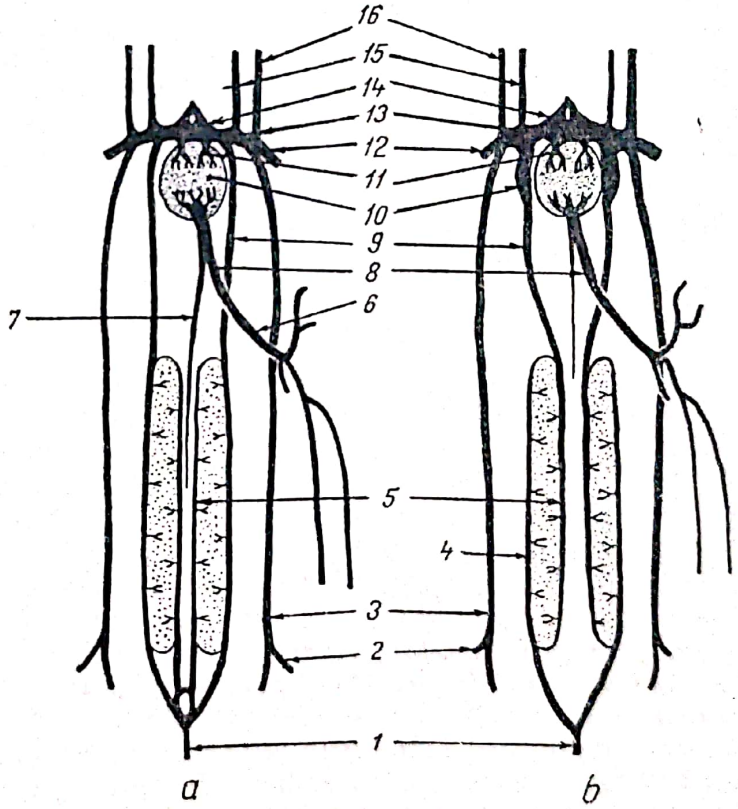


Fig. 132. Modificările sistemului venos la peşti în decursul ontogenezei:
a — faza embrionară; *b* — dispoziţia definitivă (din W e i c h e r t): *1* — vena caudală; *2* — vena iliacă; *3* — vena abdominală laterală; *4* — vena portrenală; *5* — vena subcardinală; *6* — vena vitelină; *7* — vena subintestinală; *8* — vena porthepatică; *9* — vena cardinală posterioară; *10* — ficatul; *11* — venele hepatice: *12* — vena subclaviculară; *13* — canalul lui Cuvier; *14* — sinusul venos; *15* — vena jugulară; *16* — vena cardinală anterioară.

Într-o primă etapă a evoluţiei sistemului portrenal, între cele două categorii de vene amintite mai sus se stabilesc legături prin vase ce trec prin rinichi. Totodată, atît cardinalele posterioare cît şi subcardinalele se unesc cu *vena caudală* în punctul unde ea formează un inel în jurul anusului (fig. 132, *a*).

Într-o etapă ulterioară, venele subcardinale se unesc anterior, direct cu venele cardinale posterioare, pierzînd și legătura cu vena caudală. Ele se dispun pe laturile mediale ale rinichilor și comunică, prin vase ce se desprind din ele și trec prin rinichi, cu *venele portrenale*, care se unesc posterior cu vena caudală (fig. 132, *b*).

Trebuie remarcat faptul că situațiile descrise reprezintă două etape embrionare parcurse de sistemul portrenal în dezvoltarea sa și că de la o etapă la cealaltă sensul de circulație a sîngelui în rinichi se schimbă.

CICLOSTOMII

La ciclostomi sistemul venos este reprezentat prin două *vene cardinale anterioare* (care colectează sîngele din regiunea capului), două *vene jugulare inferioare* (care aduc sîngele tot de la cap și care se deschid în sinusul venos), două *vene cardinale posterioare* care se unesc cu cele anterioare formînd *canalele lui Cuvier*. La Ciclostomi aceste două canale se unesc între ele înainte de a se deschide în sinus. După unii autori însă, în sinus se deschide un singur canal, și anume cel drept, deoarece cel stîng ar fi degenerat.

În venele cardinale posterioare se deschid venele care vin de la rinichi și gonade, precum și cele care vin de la pereții corpului. La Ciclostomi nu există un sistem portrenal. Sistemul porthepatic este alcătuit din *vena subintestinală* care se ramifică în ficat. De la ficat, o *venă suprahepatică* duce sîngele spre inimă.

PEȘTII

Sistemul venos păstrează același plan general de organizare, cu unele modificări impuse de complexitatea organizației acestora față de Ciclostomi, precum și cu unele variații de detaliu de la grup la grup. Modificarea cea mai remarcabilă constă în apariția sistemului portrenal (v. fig. 132, *a* și *b*), a cărui formare a fost prezentată anterior.

Sîngele din regiunea capului este adus la inimă prin două *vene cardinale anterioare* perechi (în care se varsă și venele subclaviculare care aduc sîngele de la înotătoarele pectorale), precum și prin două *vene jugulare inferioare* care se deschid, ca și cardinalele anterioare, în canalele lui Cuvier. Din partea posterioară a corpului sîngele este purtat spre inimă de *venele cardinale posterioare*, care pot prezenta dilatări denumite *sinusurile lui Monro*. Și ele se deschid în canalele lui Cuvier. Tot în acest canal se deschid și *venele abdominale laterale*, care aduc sîngele din pereții corpului.

La pești, pentru că există apendice perechi, apar pentru prima dată și vasele care irigă aceste formațiuni. Venele care aduc sîngele de la înotătoarele pectorale și care se numesc *vene subclaviculare* vin și se deschid la peștii tineri în capetele anterioare ale cardinalelor posterioare, iar la adulți direct în canalul lui Cuvier. Venele care aduc sîn-

Scanned with OKEN Scanner

gele de la înotătoarele pelviene, numite *vene iliace*, se deschid în venele abdominale laterale.

Sistemul porthepatic este alcătuit aici dintr-o *venă vitelină*, și anume cea stîngă, împreună cu *vena subintestinală* care se deschide în ea, și din două *vene suprahepatice* care se deschid în sinusul venos.

Sistemul portrenal, care apare pentru prima dată la pești, comportă în evoluția sa două dispoziții: dispoziția inițială, primitivă, este alcătuită din venele cardinale posterioare care cresc mult spre partea posterioară a corpului și se unesc cu *vena caudală* și două *vene subcardinale* care se formează pe laturile mediale ale rinichilor și care se unesc și ele posterior cu vena caudală în același loc. Din venele subcardinale se desprind vene ce pătrund în rinichi unde se capilarizează. Din rinichi pleacă vene care se deschid în venele cardinale posterioare. Astfel, prin aceste vene care pătrund și ies din rinichi se stabilește legătura între venele subcardinale și cardinale posterioare, iar sîngele circulă pe următorul traiect: vena caudală, venele subcardinale și, trecînd prin rinichi, venele postcardinale (v. fig. 132, *a*).

Ulterior, se produc modificări care atrag după ele schimbarea sensului de circulație a sîngelui prin rinichi. Astfel, venele subcardinale pierd legătura cu vena caudală, iar în partea lor anterioară se leagă cu capătul posterior al venelor cardinale posterioare. Din vena caudală se formează două *vene portrenale*, care sînt așezate pe laturile externe ale rinichilor. Din venele portrenale se desprind *venele renale aferente* care pătrund în rinichi unde se ramifică și se capilarizează. Din rinichi ies *vene renale eferente* care se deschid în venele subcardinale dispuse acum pe latura medială a fiecărui rinichi. Sîngele circulă acum de la vena caudală prin venele portrenale, intrînd prin venele renale aferente în rinichi unde se capilarizează. De aici sîngele iese prin venele eferente care se varsă în venele subcardinale, trecînd apoi prin venele cardinale posterioare spre sinusul venos (fig. 132, *b*).

Sistemul venos descris mai sus corespunde cu organizarea sistemului venos la peștii care aparțin clasei *Chondrichthyes*. La *Osteichthyes*, în special la Teleostei, se ivesc unele modificări care constau în absența venelor abdominale laterale, și ca urmare, deschiderea venelor iliace în venele cardinale posterioare.

Modificări mai profunde se petrec la peștii din subclasa Dipnoi, în legătură cu posibilitatea de a respira și aer atmosferic. Constituția sistemului venos la acești pești poate ilustra trecerea spre clasa imediat superioară.

Dintre aceste modificări, remarcabile sînt: prezența unei singure vene abdominale situată median și ventral, care provine din contopirea celor două vene abdominale laterale, și prezența unei *vene cave posterioare*, rezultată din vena cardinală posterioară dreaptă (mult mărită, în comparație cu cea stîngă) împreună cu porțiunea sa subcardinală. De asemenea, foarte importantă este și apariția unei *vene pulmonare*.

Scanned with OKEN Scanner

AMFIBIENII

La aceste animale sistemul venos prezintă o serie de trăsături noi care marchează superioritatea față de pești și chiar față de peștii care au și o respirație pulmonară (Dipnoi).

În sistemul venos al amfibienilor este prezentă, ca și la Dipnoi de altfel, *vena cavă posterioară*, dar aici ea se diferențiază în partea ei anterioară din sinusul venos și din *vena vitelină*, și nu din vena cardinală posterioară, ca la Dipnoi. În partea ei posterioară, vena cavă provine, ca și la Dipnoi, din *vena subcardinală*. Trebuie remarcat faptul că la Urodele, pe lîngă vena cavă posterioară, mai persistă și *venele cardinale posterioare* (fig. 133), care la Anure nu se mai întîlnesc (fig. 134).

Canalul lui Cuvier există și la amfibieni și poartă numele de *precavă* (cavă anterioară). În el se deschid *venele jugulare*, care prezintă fiecare cîte un ram intern și extern, și venele *subclaviculare* după ce au primit în ele sîngele adus de la *venele cutanate* care aici sînt foarte dezvoltate. La Urodele, în precavă se deschid și cardinalele posterioare (fig. 133).

O diferență remarcabilă pe care o întîlnim în sistemnl venos al amfibienilor constă în faptul că vena abdominală nu se mai deschide în sinusul venos, ci se unește cu vena porthepatică.

Sistemul portrenal este alcătuit la amfibieni din *venele posterioare* care se desprind din *venele iliace*. Din aceste vene portrenale, situate pe laturile externe ale rinichilor, se desprind *venele renale aferente* care pătrund în rinichi. Din rinichi, sîngele iese prin *venele renale eferente* care se varsă în *vena cavă posterioară*.

În sistemul venos al amfibienilor se cuprind și venele pulmonare care aduc sînge încărcat cu oxigen de la plămîni în atriul stîng al inimii. Aceste vene sînt absente la urodelele fără plămîni *(Perennibranhiatae)*.

REPTILELE

Sistemul venos la reptile este foarte asemănător cu cel al amfibienilor. Există însă unele modificări legate de o adaptare mai completă la viața terestră a acestor animale (și deci o dezvoltare mai bună a aparatului pulmonar) cum este, de exemplu, absența unor vene cutanate.

În sinusul venos (aici micșorat) se deschide pe lîngă cele două *precave*, care primesc jugularele și subclaviculare, și *vena cavă posterioară*, care este principalul vas venos ce adună sîngele din partea posterioară a corpului (deoarece venele cardinale posterioare s-au atrofiat aici complet).

Scanned with OKEN Scanner

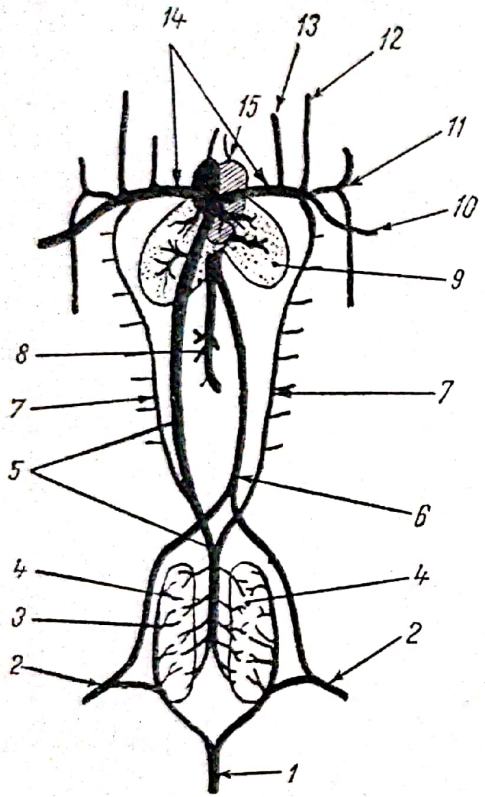
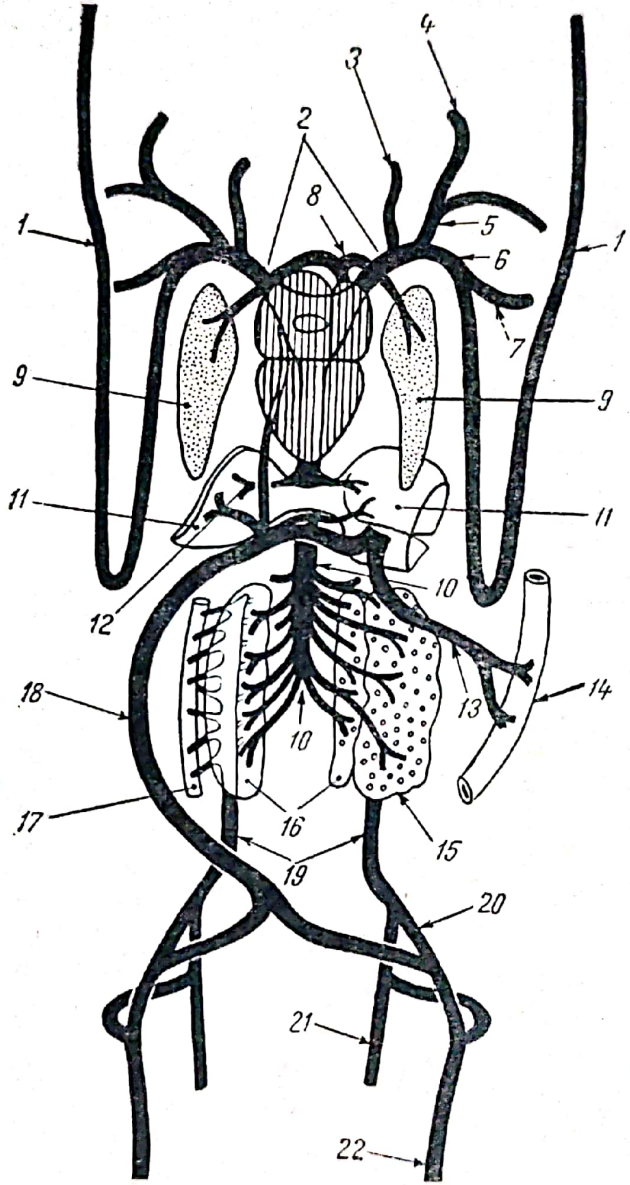


Fig. 133. Sistemul venos la Urodele (schemă din Smalhausen):

1 — vena cardinală; *2* — vena iliacă; *3* — vena portrenală; *4* — rinichii; *5* — vena cavă inferioară; *6* — vena abdominală; *7* — vena cardinală posterioară; *8* — vena porthepatică; *9* — ficatul; *10* — vena subclaviculară; *11* — vena cutanată; *12* — vena jugulară internă; *13* — vena jugulară externă; *14* — canalul lui Cuvier; *15* — inima.



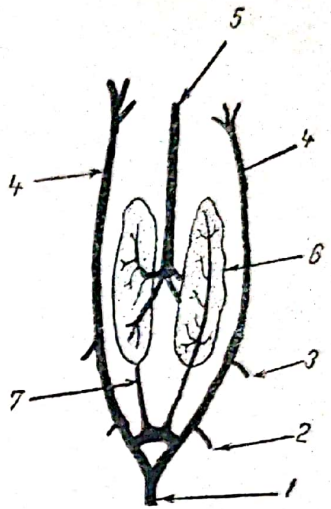


Fig. 135. Sistemul portrenal la crocodili (din Smalhausen):

1 — vena caudală; *2* — vena ischiatică; *3* — vena femurală; *4* — vena abdominală; *5* — vena cavă inferioară; *6* — rinichiul; *7* — vena portrenală.

Fig. 134. Schemă (sintetică) a sistemului venos la *Rana* (din Ihle):

1 — marea venă cutanee; *2* — vena cavă anterioară; *3* — vena jugulară externă; *4* — vena jugulară internă. *5* — vena nenumită; *6* — vena subclaviculară; *7* — vena brachială; *8* — vena pulmonară; *9* — plămînii; *10* — vena cavă posterioară; *11* — ficatul; *12* — vena hepatică; *13* — vena portă; *14* — intestinul subțire; *15* — ovarul; *16* — rinichiul; *17* — oviductul; *18* — vena abdominală; *19* — vena iliacă comună; *20* — vena iliacă externă; *21* — vena ischiatică; *22* — vena femurală.

Scanned with OKEN Scanner

Sistemul portrenal e regresat față de cel al amfibienilor. La unele reptile, venele care leagă portrenala de vena cavă posterioară trec direct prin rinichi fără să se mai ramifice (fig. 135).

La reptile sînt bine dezvoltate *venele pulmonare*, circulația pulmonară căpătînd aici o deosebită importanță.

Unele grupe de reptile prezintă, în plus, și cîteva modificări ale sistemului venos, legate de forma corpului. Astfel, la șerpi lipsesc venele subclaviculare și uneori există o singură venă pulmonară, deoarece unul din plămîni poate fi redus sau absent.

PĂSĂRILE

Constituția sistemului venos la păsări amintește pe cea a sistemului venos de la reptile, deosebirile dintre cele două sisteme fiind în raport cu existența unei inimi complet împărțită în două jumătăți, una conținînd sîngele oxigenat, cealaltă sîngele venos (fig. 136).

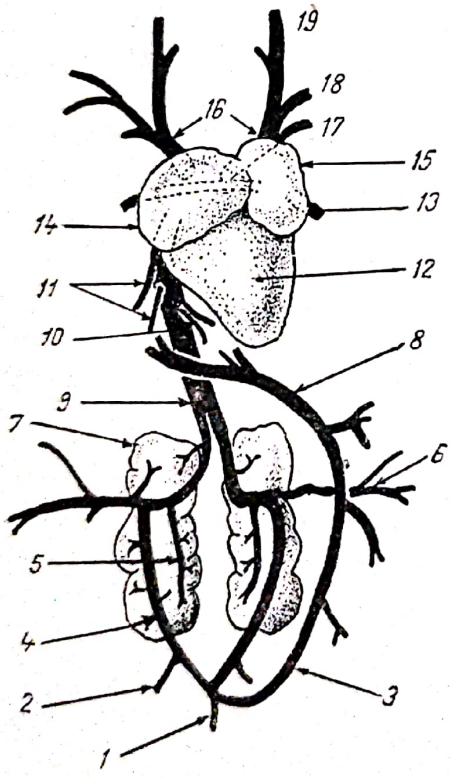


Fig. 136. Schema sistemului venos la păsări (din Weichert):

1 — vena caudală; *2* — vena iliacă externă; *3* — vena coccigeomezenterică; *4* — vena portrenală; *5* — vena renală; *6* — vena femurală; *7* — rinichiul; *8* — vena porthepatică; *9* — vena iliacă comună; *10* — vena cavă posterioară; *11* — venele hepatice; *12* — ventriculele; *13* — vena pulmonară; *14* — atriumul drept; *15* — atriumul sting; *16* — venele cave anterioare; *17* — vena subclaviculară; *18* — vena pectorală; *19* — vena jugulară.

Sinusul venos fiind inclus în peretele atriului drept, *venele precave* (canalele lui Cuvier) care primesc jugularele unite cu subclaviculare se deschid direct în atriul drept. La păsări vena jugulară dreaptă este mult mai mare ca cea stîngă.

Tot în atriul drept se deschide și *vena cavă posterioară*, care adună sîngele din partea posterioară a corpului.

Scanned with OKEN Scanner

Sistemul portrenal este foarte simplificat și vasele venoase care leagă venele portrenale de cava posterioară nu se mai ramifică de loc în rinichi (fig. 136).

Vena suprahepatică se deschide tot în vena cavă posterioară, aproape de deschiderea acesteia din urmă în inimă.

Ca urmare a reducerii cozii, este redusă mult și *vena caudală*. Ea se leagă cu *vena porthepatică* printr-o venă numită *vena mezenterică inferioară*, sau vena coccigiomezenterică, pe care unii o omologhează cu vena abdominală anterioară.

MAMIFERELE

Sistemul venos este reprezentat prin următoarele vase principale: două *vene cave anterioare* sau una, și o *venă cavă posterioară* (fig. 137, *a*, *b*).

Sînt mamifere la care există două vene cave anterioare distincte, dezvoltate din cardinalele anterioare, primind fiecare *venele jugulare* cu afluenții lor din partea respectivă (jugulara externă și internă și ve-

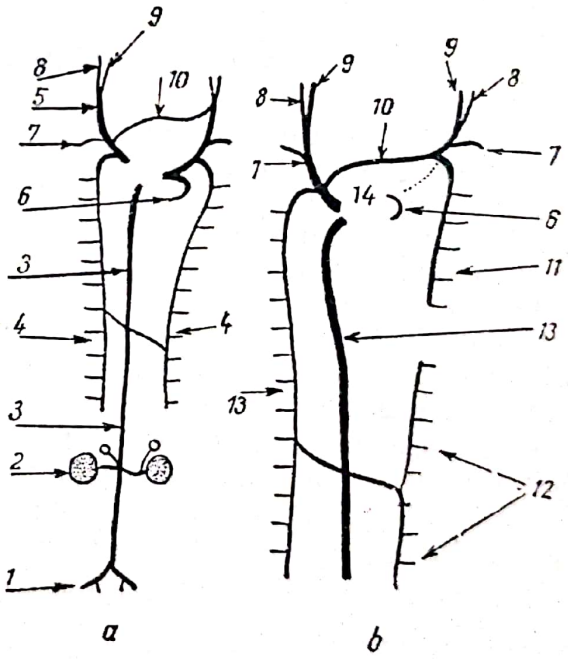


Fig. 137. Sistemul venos la mamifere. Fază embrionară (*a*) și dispoziția definitivă (*b*) (schemă din Smalhausen):

1 — vena iliacă; *2* — rinichiul; *3* — vena cavă posterioară; *4* — vena cardinală posterioară; *5* — vena cardinală anterioară; *6* — vena coronară; *7* — vena subclaviculară; *8* — vena jugulară internă; *9* — vena jugulară externă; *10* — vena nenumită; *11* — vena intercostală superioară; *12* — vena hemiazigoză; *13* — vena azigoză; *14* — vena cavă superioară.

nele subclaviculare). La om însă, precum și la alte mamifere, există numai o singură venă cavă anterioară (sau superioară), deoarece printr-o anastomoză (vena „nenumită"), sîngele din jugulara și subclaviculara stîngă este trecut în cea dreaptă (fig. 137, *a* și *b*). Din porțiunea bazală a cavei anterioare stîngi se dezvoltă în decursul embriogenezei doar sinusul coronarian.

Vena cavă posterioară este singurul vas venos care aduce sîngele la inimă din partea posterioară a corpului. În ea se deschid *venele iliace*, care aduc sîngele de la membrele inferioare, precum și venele care vin de la toate organele situate în abdomen, și tot în ea se deschide și *vena suprahepatică*, care la mamifere este omologă cu vena suprahepatică de la celelalte vertebrate. Vena cavă posterioară este omologă cu vena cavă posterioară de la amfibieni, reptile și păsări, cu deosebirea că la alcătuirea ei mai iau parte o categorie de vene numite *supracardinale*.

Sistemul portrenal lipsește la mamifere.

Din *venele cardinale posterioare*, prin numeroase modificări, se constituie *sistemul venelor azigos*, alcătuit din *vena azigos* și *vena semiazigos*, legate între ele. Vena azigos se deschide în vena cavă anterioară dreaptă (fig. 137, *a* și *b*), aducînd sîngele pe care-l primește prin venele intercostale din pereții trunchiului.

La embrionii mamiferelor există *vene viteline*, deși sacul vitelin este foarte redus. Legătura cu placenta se face aici prin *venele alantoidiene* sau *ombilicale*, care sînt omologe cu *venele abdominale* laterale și cu vena abdominală anterioară. Acestea nu se mai păstrează la adult, cu excepția venei ombilicale stîngi.

EVOLUȚIA SISTEMULUI LIMFATIC

Sistemul limfatic se compune, la vertebrate, din *capilare* limfatice, *vase* limfatice cu *valvule* (numai la păsări și mamifere), *sinuși* limfatici sau *cavități* limfatice (la pești, batracieni și reptile), *ganglioni* limfatici (numai la unele păsări și la mamifere), *inimi* limfatice (care lipsesc la mamifere) și *amigdale*.

Asupra genezei căilor limfatice sînt două ipoteze:

1) Vasele limfatice s-au format prin înmugurirea venelor, și anume prin proliferarea endoteliului venelor cardinale, constituind deci o expansiune a acestor vene.

2) După a doua părere, acceptată de cei mai mulți anatomiști, vasele limfatice apar sub forma unor fante în mezenchim. Aceste crăpături se dilată treptat și fuzionează pentru a forma o rețea de vase (limfatice), care abia apoi se deschid în vene.

CICLOSTOMII ȘI PEȘTII

La aceste două grupe există două sisteme limfatice: unul *profund* și altul *superficial*. Între căile limfatice și vene pot exista următoarele raporturi:

a) căile limfatice înconjură venele la Elasmobranhi;

b) căile limfatice merg paralel cu venele și se află fie în imediata lor vecinătate, fie sînt situate mai departe.

Scanned with OKEN Scanner

La *Agnate* și *Chondrichthyes* nu se găsesc vase limfatice, ci numai sinusoide cu pereți subțiri, care se deschid în vene și care nu au nici o legătură cu arterele.

La Teleostei una sau două căi limfatice merg de-a lungul coloanei vertebrale, pe lîngă aortă. Aceste căi sînt comparabile cu canalele toracice perechi de la mamifere, ele colectează limfa din organele interne și din sistemul limfatic superficial. Acestea din urmă constau mai ales din rețele situate în piele și sub piele și din 4 vase principale: unul *dorsal*, unul *ventral* și două *laterale*.

Căile *simple* sau *duble* principale (din lungul coloanei vertebrale) sînt în legătură și cu spațiile limfatice care înconjură măduva spinării (cînd există aceste spații). Ele se unesc mult înapoia inimii și se deschid în mai multe sinusuri situate mai profund. Sinusurile cele mai importante sînt situate în dreptul inimii. Acestea primesc limfa din toate părțile corpului, provenită din căi mai superficiale ale trunchiului și capului. Sinusul principal de lîngă inimă *(sinus pericardialis)* se deschide în diferite puncte ale canalelor lui Cuvier sau ale venelor cardinale.

Caracteristică este prezența unei *inimi limfatice* (fig. 138) care a fost descrisă la diferite specii (ca *Anguilla, Tinca, Esox*) și care, în principiu, are același plan fundamental de structură ca și inima. Ea este situată pe fața ventrală a ultimelor vertebre codale și poate chiar să fie dublă, ca la *Silurus*. Limfa din coadă este condusă pe căi precise într-un *sinus limfatic codal* și de acolo la inima limfatică care este constituită dintr-un atrium și un ventricul. Există un singur orificiu atrio-ventricular, care poate fi închis prin valvule; de asemenea, există valvule la deschiderea sinusului caudal în atrium și la deschiderea tot în atrium a unui sinus dispus cranial față de inima limfatică.

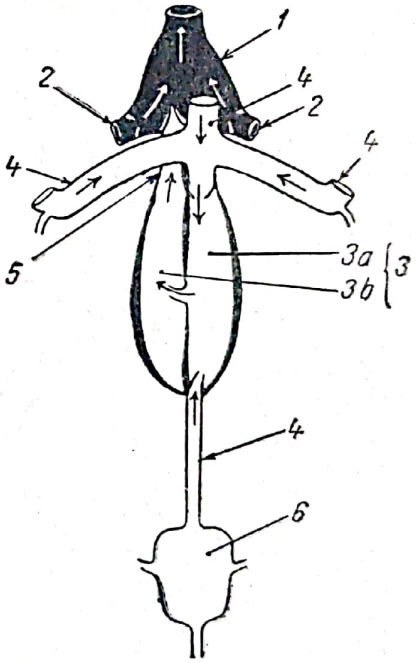


Fig. 138. Inima limfatică caudală la Teleostei (din Ihle): *1* — vena caudală; *2* — venele din vîrful cozii; *3* — inima limfatică; *3, a* — atriumul; *3, b* — ventriculul; *4* — vase limfatice aferente; *5* — vas limfatic eferent; *6* — sinusul limfatic caudal.

Constituția pereților acestei inimi limfatice diferă însă de cea a inimii sanguine. Fața sa internă este căptușită de un endoteliu, în jurul căruia se găsește un țesut conjunctivo-elastic și în afara lui o pătură musculară. Din ventricul pornește un vas care se deschide în vena caudală. Această inimă execută contracții care depind de o serie de factori (vîrstă, temperatură etc.).

La pești lipsesc ganglionii limfatici.

AMFIBIENII

Sistemul limfatic este foarte bine dezvoltat, ambele sisteme, atît cel superficial cît și cel profund, găsindu-se atît la Urodele cît și la Anure.

Sistemul profund este format la Urodele dintr-un vas principal, care merge paralel cu aorta și în dreptul inimii se împarte în două ramuri care se deschid în venele subclaviculare.

Sistemul superficial se găsește sub piele. El este format din numeroase căi, din care cele mai puternice au poziții și constituții variate la diferite specii și chiar la diferiți indivizi; cale *mediodorsală* la *Salamandra*, căi *laterale* la *Salamandra* și *Proteus*.

La larvele de *Salamandra* se găsește, în afară de aceste căi, o *inimă limfatică* centrală în dreptul trunchiului arterial (peretele său este format din fibre musculare netede, înconjurate de o pătură de mușchi striați, care reprezintă o continuare a musculaturii inimii). Limfa este condusă la această inimă prin două căi mari limfatice anterioare și de aici este vărsată în venele cardinale posterioare prin alte două căi (fig. 139).

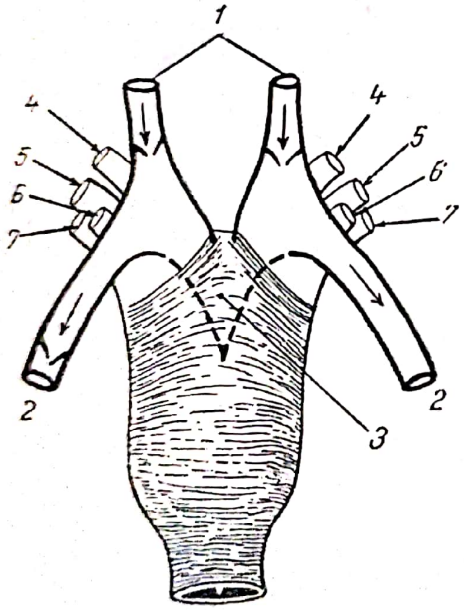


Fig. 139. Inima limfatică și trunchiul arterial la o larvă de *Salamandra* (din Ihle):

1 — vase limfatice aferente; *2* — vase limfatice eferente; *3* — inimă limfatică; *4* — artera carotidă; *5* — cîrja aortică; *6* — artera pulmonară; *7* — arc arterial *V*.

La *Salamandra* se mai găsește o pereche de inimi limfatice înapoia centurii pelviene și o altă pereche sub centura scapulară. Welicky a mai găsit încă 8 inimi pe laturile animalului, direct sub piele, aparținînd deci sistemului limfatic superficial. La *Siredon* se găsește o dispoziție identică. De asemenea, Favaro a găsit la rădăcina cozii de *Triturus*, de ambele părți, 2—5 inimi, iar la *Spelerpes* 1—2 inimi.

Cele mai numeroase sînt însă inimile limfatice de la *Gimnofioni*. După Marcus, *Hypogeophis* (care prezintă la exterior mai mult de 100 segmente) are în fiecare spațiu intersegmentar, la dreapta și la stînga, cîte o inimă limfatică, așa încît posedă în total mai mult de 200 inimi. Ele stau turtite sub piele, între segmente, și varsă limfa în venele intersegmentare.

Aceste inimi au o constituție mai simplă ca la Teleostei și nu sînt împărțite în auricul și ventricul.

Larvele de Anure au inimi limfatice așezate pe laturile cozii, superficial sub piele. La Anurele adulte se întîlnesc două perechi de inimi limfatice, în formă de corpușoare rotunde sau ovale, care se deschid în vene. La deschiderea lor se găsesc cîte două valvule care împiedică

întoarcerea înapoi a limfei. O pereche de inimi limfatice se află așezate în dreptul apofizei transverse a vertebrei a 3-a. Ele primesc limfa prin căile limfatice care vin de la cavitatea axilară, de la partea anterioară a corpului și de la intestin. A doua pereche se află în vecinătatea anusului, de o parte și alta a capătului posterior al coccisului, și se află în legătură cu spațiile limfatice din partea posterioară a corpului (fig. 140).

Caracteristic pentru *Rana* este prezența de *spații limfatice* largi, atît superficiale cît și profunde. Cele superficiale stau direct sub piele, așa încît aceasta aproape peste tot e desprinsă de mușchi și numai în anumite locuri este legată de ei. Spațiile limfatice sînt separate prin pereți (septe), care leagă pielea cu mușchii și aparțin țesutului celular subcutanat. Fața internă a spațiilor este căptușită cu un endoteliu. În diferite locuri aceste spații limfatice sînt legate cu spații limfatice mai profunde din corp. În septele dintre spațiile limfatice superficiale se găsesc deschideri prin care spațiile limfatice comunică unele cu altele. Rolul acestor spații limfatice superficiale nu-i încă lămurit. Probabil că ele participă la lupta organismului contra uscăciunii, prin aceea că înconjură subcutanat animalul cu o pătură groasă de lichid. Prin prezența lor, Anurele se abat de la planul general fundamental al sistemului limfatic.

Amfibienii nu au ganglioni limfatici. Au în schimb amigdale.

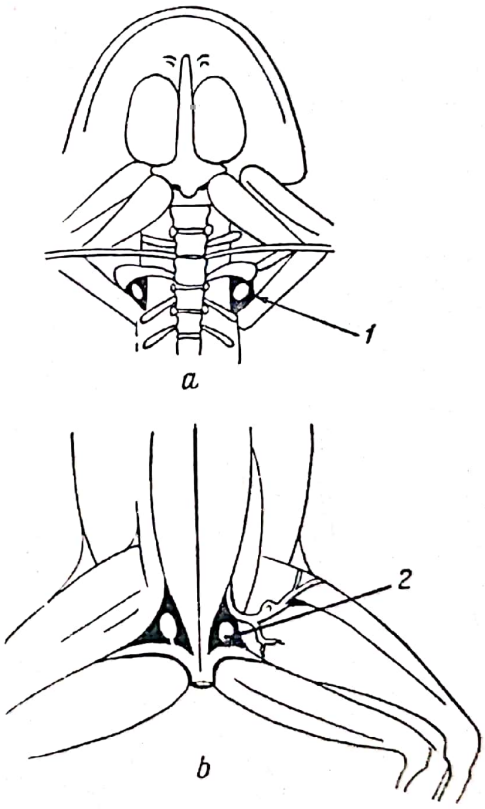


Fig. 140. Inimile limfatice anterioare (*a*) și posterioare (*b*) la *Rana* (din I h l e):
1 — inimile limfatice craniale; *2* — inimile limfatice caudale.

REPTILELE

Atît în piele cît și în organele interne, reptilele au canale limfatice fără valvule, care se reunesc în două *căi limfatice principale*, ce merg în lungul aortei. La Chelonieni aceste căi principale fuzionează parțial una cu alta și formează astfel o rețea lungă și largă de *spații limfatice*, în care se varsă din toate părțile căi limfatice. Cranial se vede însă bine că avem de-a face cu 2 căi limfatice principale. Fiecare cale principală se deschide într-o venă subclaviculară corespunzătoare.

La reptile se întîlnesc şi 2 inimi limfatice aşezate lîngă sacrum; ele primesc limfa de la extremităţile posterioare şi îşi varsă conţinutul într-una din venele iliace.

La şerpi, vasele limfatice şi sinusurile sînt excepţional de largi şi numeroase.

PĂSĂRILE

Căile limfatice sînt mult mai subţiri la păsări decît la reptile. Ele constau din tuburi subţiri, în care se întîlnesc ici-colo valvule. O parte din tuburi merg în lungul venelor; însă căile principale formează o reţea în jurul aortei. Din această reţea pornesc două *canale toracice* ca nişte reţele neregulate.

Canalul drept urmează cîrja aortică.

Aceste canale primesc limfa din căile limfatice din organele care se găsesc în vecinătatea lor, de la extremităţile anterioare şi în acelaşi timp din căile care vin de la partea cranială a corpului. În partea dreaptă, vasele limfatice care vin de la cap şi gît comunică şi cu vena jugulară dreaptă.

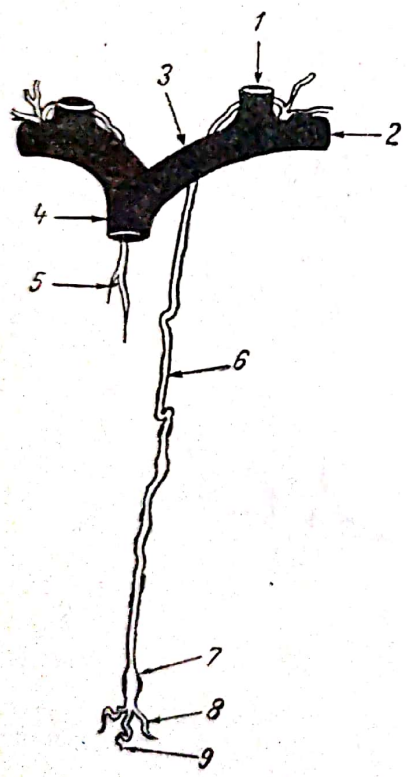


Fig. 141. Canalul toracic la om (din Ihle):
1 — vena jugulară comună stîngă; *2* — vena subclaviculară stîngă; *3* — vena nenumită stîngă; *4* — vena cavă superioară; *5* — trunchiul brahiomediastinal; *6* — canalul toracic; *7* — cisterna lui Pecquet; *8* — trunchiul lombar stîng; *9* — trunchiul intestinal.

Se întîlnesc şi inimi limfatice posterioare, însă valvulele lor sînt reduse. Inimi limfatice posterioare bine dezvoltate se găsesc la *Struthio* şi *Casuarius*. De cele mai multe ori însă pătura lor musculară este mai slabă *(Ciconia, Larus)*, adeseori chiar rudimentară *(Cygnus, Anser)*. Constatăm deci că la păsări inimile limfatice posterioare regresează de la un organ musculos pulsatil la o simplă veziculă fără muşchi, aşa cum le găsim la păsările de pradă şi la ciori. În acest caz, ele au numai funcţia unor rezervoare limfatice. Inimi limfatice tranzitorii au fost observate, în timpul dezvoltării embrionare, şi în regiunea pelviană. Ele dispar însă la păsările adulte.

Ganglionii limfatici există numai la *Anseriformes* (raţă, gîscă).

MAMIFERELE

Căile limfatice centrale la mamifere sînt bine dezvoltate (fig. 141). În lungul aortei se găsesc 2 căi principale: *canalele* toracice din care, de obicei, numai unul este bine dezvoltat, pe cînd celălalt rămîne mult mai mic. Mult mai rar ambele canale sînt bine dezvoltate.

Scanned with OKEN Scanner

Canalul toracic stîng (care este totdeauna bine dezvoltat) pleacă dintr-un sinus denumit *cisterna chilului*, în care se deschid două *trunchiuri limfatice lombare* și un *trunchi intestinal* nepereche. El se varsă în sistemul venos la locul de confluență a venei jugulare cu vena subclaviculară, după ce a primit limfa adusă de trunchiul jugular (din cap) și de trunchiul subclavicular stîng (din membrul anterior respectiv).

Canalul toracic drept, denumit *trunchi bronho-mediastinal*, primește limfa din partea dreaptă a trunchiului, din partea dreaptă a capului (prin *trunchiul jugular drept)* și din membrul superior drept (prin *trunchiul subclavicular drept).*

Inimile limfatice lipsesc cu totul la mamifere. Sînt prezenți în schimb amigdalele și ganglionii limfatici localizați în regiunea cotului, subsoară, în regiunea inghinală, pe gît, în mezenter etc.

SISTEMUL CIRCULATOR LA OM

INIMA
(Cor)

Inima este un organ musculos, de formă conică, cu baza îndreptată în sus. Ea este situată în partea mijlocie a toracelui, între cei doi plămîni, în spațiul denumit *mediastinul anterior* și prezintă o înclinare spre stînga, din care cauză plămînul stîng; stînjenit în dezvoltarea sa, este mai mic și are numai doi lobi în loc de trei, ca cel drept.

Morfologia externă. Inima prezintă o față anterioară sau sternocostală, care este convexă, și una posterioară, care este plană.

Suprafața externă a inimii este brăzdată de trei șanțuri: un *șanț transversal* și două *șanțuri longitudinale.* Șanțul transversal, numit și șanț *coronar,* este situat la limita dintre atrii și ventricule. El adăpostește artera și vena coronară. De la acest șanț pornește pe fața anterioară șanțul longitudinal anterior care corespunde peretelui interventricular. El se prelungește pe fața posterioară cu șanțul longitudinal posterior care, de asemenea, merge de-a lungul peretelui interventricular. La partea sa superioară și ventrală inima prezintă două formațiuni în formă de fund de sac, numite *auricule* sau urechiușe (dat fiind asemănarea lor cu urechile unui cîine). Ele sînt dependențe ale celor două atriumuri (fig. 142).

Morfologia internă. Inima prezintă în interior o cavitate separată în patru cămăruțe: două superioare *atriumurile* (atrii) și două inferioare *ventriculele.* Pereții atriumurilor sînt relativ subțiri, iar volumul lor este mai mic decît cel al ventriculelor. Ventriculele au pereții mai groși, iar dintre aceștia cel stîng este mai mare, ocupînd vîrful inimii; pereții săi sînt mai groși decît ai ventriculului drept.

La adult, atît atriumurile cît și ventriculele nu comunică între ele. În faza embrionară însă, atriumul drept comunică cu cel stîng prin

orificiul lui Botal, care apoi se obliterează, rămînînd în locul lui o fosă — *fosa ovală*.

Dacă la adult însă atriile şi respectiv ventriculele nu comunică între ele, în schimb fiecare atriu comunică cu ventriculul de aceeaşi parte prin cîte un orificiu atrio-ventricular.

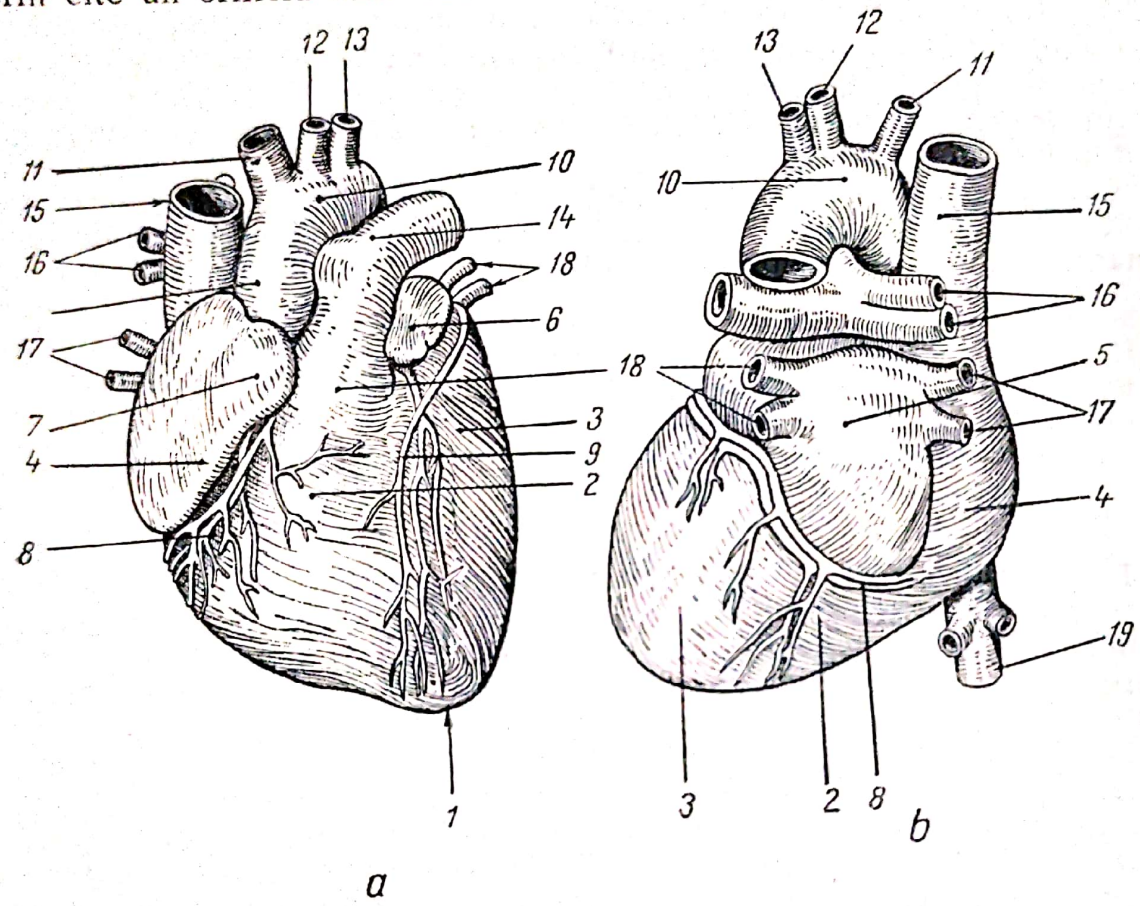


Fig. 142. Inima văzută ventral (*a*) şi dorsal (*b*) împreună cu principalele vase (din Tittel):

1 — vîrful inimii; *2* — ventriculul drept; *3* — ventriculul stîng; *4* — atriumul drept; *5* — atriumul stîng; *6* — auriculul atriumului stîng; *7* — auriculul atriumului drept; *8* — artera coronară dreaptă; *9* — artera coronară stîngă; *10* — cîrja aortei; *11* — artera brahiocefalică dreaptă; *12* — carotida comună stîngă; *13* — artera subclaviculară stîngă; *14* — artera pulmonară; *15* — vena cavă superioară; *16* — ramificaţii ale arterei pulmonare drepte; *17* — venele pulmonare drepte; *18* — venele pulmonare stîngi; *19* — vena cavă inferioară.

Ventriculele (ventriculi cordis) au formă de cavităţi conice, cu marele ax vertical, a căror bază este situată în sus iar vîrful se îndreaptă în jos şi înainte către vîrful inimii. Baza fiecărui ventricul prezintă două orificii: un *orificiu atrioventricular (ostium atrioventriculare)* şi un *orificiu arterial (ostium arteriosum)*, prin care ventriculul drept comunică cu artera pulmonară *(arteria pulmonaris)*, iar ventriculul stîng cu aorta. Aceste orificii sînt înconjurate de cîte un inel fibros şi sînt prevăzute cu *valvule atrioventriculare* şi *valvule arteriale* (fig. 143).

Scanned with OKEN Scanner

Valvulele atrioventriculare *(valvulae atrioventriculares)* au forma unei pîlnii membranoase, care se înfundă în cavitatea ventriculului. Baza pîlniei este fixată pe inelul fibros de pe marginea orificiului atrioventricular. Vîrful său atîrnă liber în ventricul. Acest vîrf prezintă un orificiu al cărui contur este neregulat, festonat. Astfel înțe-

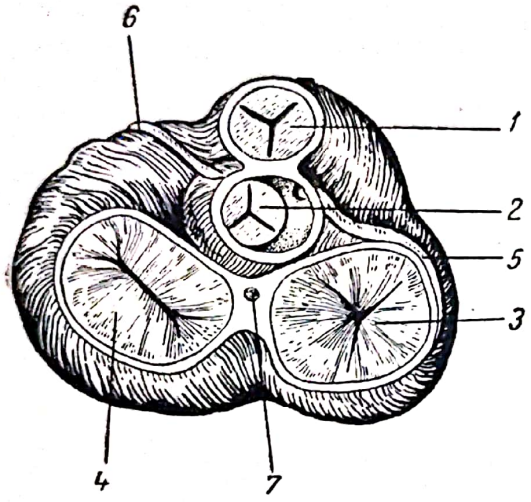


Fig. 143. Baza ventriculelor, văzută de sus, după îndepărtarea atriilor (din Tittel):

1 — valvulele sigmoide de la baza arterei pulmonare; *2* — valvulele de la baza arterei aorte; *3* — valvula tricuspidă; *4* — valvula bicuspidă; *5* — artera coronară dreaptă; *6* — artera coronară stîngă; *7* — fasciculul de țesut nodal.

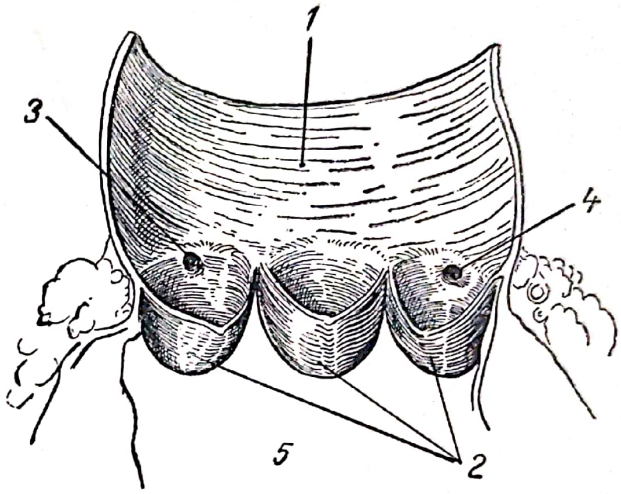


Fig. 144. Valvulele sigmoide (semilunare) de la baza aortei, văzute după despicarea acesteia (din Crough):

1 — baza aortei (despicate); *2* — valvulele sigmoide; *3* — orificiul arterei coronare drepte; *4* — orificiul arterei coronare stîngi; *5* — ventriculul stîng.

lese, valvulele atrioventriculare prezintă două fețe: o *față axială*, care privește axul orificiului, și o *față parietală*, care privește peretele ventricular. Prima este netedă, a doua este neregulată și cu ridicături care formează o rețea, din cauza inserției a numeroase corzi tendinoase *(chordae tendineae)* care se implîntă pe ea. Marginea liberă a valvulei ventriculului drept prezintă trei știrbituri care determină trei *valve (cuspides)*, de unde numele de *valvulă tricuspidă* (de la lat. *tres*=trei, și *cuspis*=vîrf: *valvula tricuspidalis)*. Valvula ventriculului stîng prezintă două știrbituri și, prin urmare, numai două vîrfuri. Din această cauză ea se numește *valvulă bicuspidă*. (de la lat. *bis*=doi și *cuspis*=vîrf: *valvula bicuspidalis)* sau *valvulă mitrală (Winslow*, a comparat-o cu o mitră de episcop răsturnată).

Valvulele arteriale, mai cunoscute sub numele de *valvule sigmoide (velum semilunare)*, se găsesc la originea aortei și a pulmonarei. Ele formează la fiecare din arterele menționate mai sus trei cute membranoase, avînd forma unui „cuib de rîndunică" (fig. 144).

Suprafața interioară a ventriculelor prezintă un sistem de ridicături și de prelungiri ale substanței musculare care, încrucișîndu-se în toate sensurile, dau peretelui ventricular un aspect reticulat și alveolar.

Aceste ridicături se numesc *coloanele cărnoase ale inimii (trabeculae carneae ventriculorum).* Aceste coloane se împart în trei categorii: *1) coloane cărnoase de prim ordin,* care fac corp comun cu peretele ventriculului numai prin una din extremităţile lor. Extremitatea opusă,

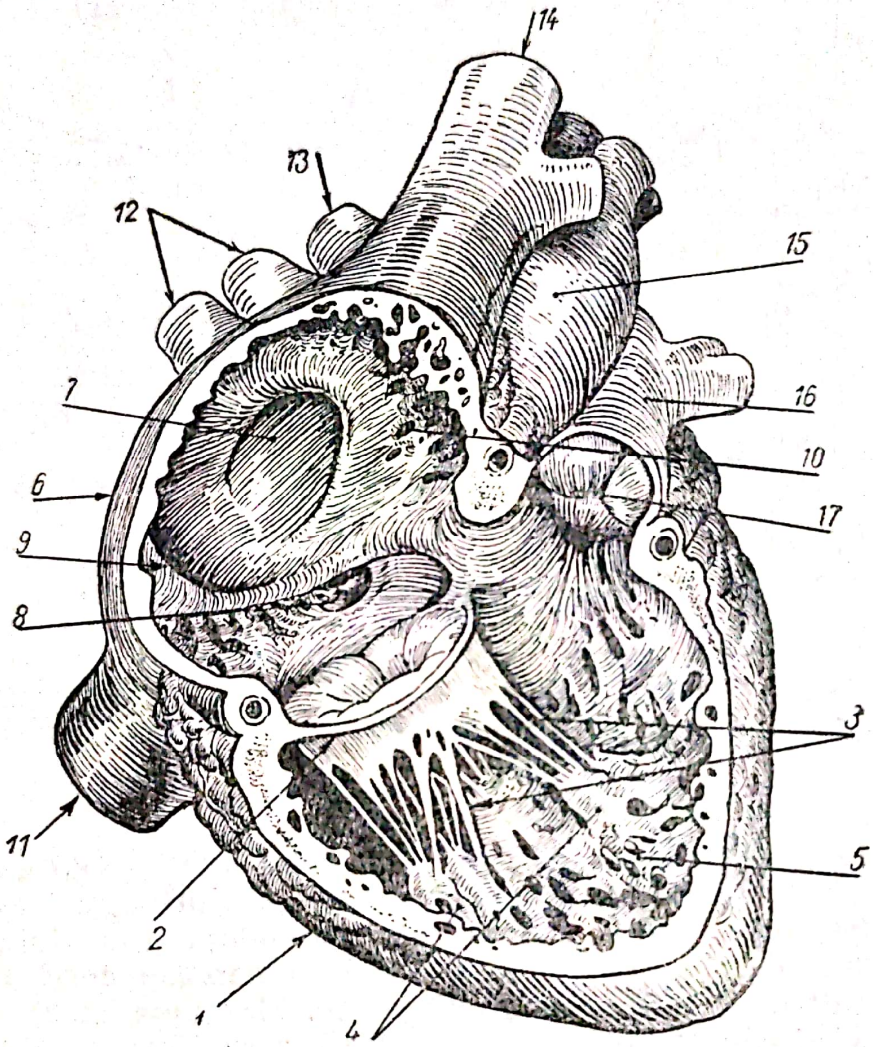


Fig. 145. Interiorul atriumului şi ventriculului drept, la om (din Crough):

1 — ventriculul drept; *2* — valvula dreaptă atrioventriculară (tricuspidă); *3* — coardele tendinoase ale valvulei tricuspide; *4* — muşchii papilari; *5* — trabeculele musculare; *6* — atriumul drept; *7* — fosa ovală; *8* — sinusul coronar; *9* — valvula venei cave inferioare; *10* — muşchii pectinaţi; *11* — vena cavă inferioară; *12* — venele pulmonare drepte; *13* — artera pulmonară dreaptă; *14* — vena cavă superioară; *15* — aorta ascendentă; *16* — artera pulmonară; *17* — valvulele sigmoide ale arterei pulmonare (închise).

liberă, dă naştere la o serie de mici *corzi tendinoase (chordae tendineae),* care se inseră pe faţa parietală a valvulelor atrioventriculare. Aceste coloane se numesc şi *muşchi papilari (musculi papillares)* sau „stîlpii inimii" (fig. 145); *2) coloane cărnoase de ordinul doi,* care sînt libere numai în partea lor mijlocie, extremităţile lor fiind fixate pe

Scanned with OKEN Scanner

peretele ventricular; *3) coloane cărnoase de ordinul trei,* care aderă în toată lungimea lor de peretele ventricular.

Coloanele cărnoase sînt mai abundente în vîrful inimii. Ele devin din ce în ce mai rare pe măsură ce ne apropiem de baza ventriculelor.

Atriile (atria cordis) comparate cu ventriculele se deosebesc de acestea prin capacitatea lor mai mică, prin masivitatea relativ mai mică a pereților lor, prin lipsa coloanelor cărnoase de primul ordin. Ele se deosebesc apoi prin numărul mai mare de orificii care se deschid în cavitatea lor. Aceste orificii sînt ale venelor care se deschid în atrii.

Atriumul drept *(atrium dextrum)* oferă pe peretele său superior deschiderea venei cave superioare *(vena cava cranialis).* Pe peretele său dorsal se găsesc două orificii, acela al venei cave inferioare *(vena cava caudalis)* și acela al marii vene coronare *(sinus coronarius).* Orificiul venei cave inferioare este situat pe partea mijlocie a peretului, foarte aproape de peretele interatrial; el este circular și prezintă la partea sa inferioară o valvulă, *valvula lui Eustache (valvula venae cavae caudalis).*

Orificiul sinusului coronar este situat dedesubtul și puțin înăuntrul orificiului venei cave inferioare, de care este separat prin valvula amintită mai sus. El este prevăzut, de asemenea, cu o valvulă subțire și transparentă, *valvula lui Thebesius (valvula sinus coronarii).*

Atriumul stîng *(atrium sinistrum)* prezintă pe peretele său superior patru orificii: două situate foarte aproape de peretele interatrial, sînt orificiile venelor pulmonare drepte; alte două, situate pe partea laterală a peretelui, sînt orificiile venelor pulmonare stîngi. Toate aceste patru orificii sînt circulare și lipsite de valvule.

Structura pereților inimii. Pereții inimii sînt constituiți din trei tunici: *endocardul, miocardul* și *pericardul* (v. fig. 114).

Endocardul (endocardium) sau *tunica internă a inimii,* căptușește la interior cavitățile acestui organ. El reprezintă tunica internă a arterelor și venelor și se continuă direct cu ea.

Endocardul se compune din două pături, una superficială sau endarterială, formată dintr-un singur strat de celule turtite, alta profundă, conjunctivoelastică. Dedesubtul acestei pături se găsește o pînză de țesut celular lax.

Valvulele atrio-ventriculare sînt constituite dintr-o cută a endocardului care îmbracă o lamă fibroasă centrală.

Valvulele sigmoide au aceeași structură ca și valvulele atrioventriculare, cu deosebirea că endocardul este înlocuit pe fața parietală a valvulei prin endoteliul arterial.

Miocardul (miocardium) este format din fibre musculare striate cardiace, printre care se găsește țesut conjunctiv, și elementele țesutului nodal al lui Purkinje. Țesutul conjunctiv fibros formează scheletul fibros și moale al inimii, el concentrîndu-se mai puternic în jurul

deschiderilor atrioventriculare, precum și în jurul deschiderilor vaselor mari ale inimii.

Musculatura inimii este reprezentată prin două sisteme de fibre musculare: *sistemul atrial* și *sistemul ventricular*, independente între ele, ceea ce permite atriilor și ventriculelor să se contracte nesimultan. Fibrele musculare ale atriilor încep de la inelele atrioventriculare.

Mușchii atriali sînt dispuși în două pături: una superficială și una profundă. Pătura superficială este alcătuită din fibre circulare sau dispuse transversal, iar cea profundă din fibre longitudinale care încep de la inelul fibros atrioventricular și cuprind fiecare atrium, fiind proprii fiecăruia dintre ei. Fibrele circulare, din contră, sînt comune ambelor atrii. În regiunea deschiderii venelor, fibrele musculare se concentrează, formînd un fel de sfincter.

Musculatura ventriculară este și mai complicată. Ea prezintă trei pături: una superficială, foarte subțire, din fibre longitudinale care încep de la inelul fibros drept, merg oblic în joc, trecînd apoi pe ventriculul stîng. Pe apexul inimii ele formează *vertexul inimii* și apoi trec în profunzime pentru a forma pătura musculară internă, tot longitudinală. Capetele fibrelor musculare ale acestor pături se fixează apoi pe inelele fibroase.

Pătura mijlocie este alcătuită din mușchi circulari, și spre deosebire de pătura superficială, fibrele unui ventricul nu trec și la celălalt ventricul, fiind astfel proprii fiecăruia.

Fasciculele musculare formează pe partea internă a inimii unele proeminențe. Astfel, în lumenul atriilor aceste fascicule se desprind sub forma unor travee numite *mușchi pectinați*. În ventricul, mușchii formează, după cum am văzut la morfologia internă a inimii, coloane de trei categorii.

Țesutul nodal al lui Purkinje. În miocard, pe lîngă fibrele cardiace se găsesc și elemente musculare cu caracter embrionar, care asigură „automatismul" inimii. Ele formează țesutul nodal al lui Purkinje. Aceste elemente sînt concentrate în anumite locuri ale miocardului sub formă de *noduli* sau fascicule. În regiunea unde vena cavă superioară se deschide în atriumul drept se găsește *nodulul lui Keith-Flack*, iar în peretele atrioventricular drept este situat *nodulul Aschoff-Tawara*. În peretele interventricular se află *fasciculul lui Hiss*, care se bifurcă în două ramuri ce se îndreaptă către pereții externi ai inimii (fig. 115).

Pericardul (pericardium). Este un înveliș fibroseros care acoperă inima și originea vaselor mari care pleacă de la ea. El se compune din două părți foarte distincte, cu toate că sînt intim unite: o parte externă, de natură fibroasă, formînd *pericardul fibros* sau sacul fibros al pericardului *(tunica fibrosa)*; o parte internă, adevărată membrană seroasă, numită *pericardul seros* sau pericardul propriu-zis.

Pericardul fibros se compune din fascicule conjunctive dense, încrucișate în toate sensurile, la care se adaugă un număr oarecare de

fibre elastice. Fasciculele fibroase fuzionează caudal cu elementele tendinoase ale centrului frenic al diafragmului, iar cranial se continuă cu adventicea vaselor mari.

Pericardul seros sau propriu-zis se compune din două foițe, una internă sau viscerală *(epicardium)* și alta externă sau parietală. Foița internă îmbracă inima de la vîrful ei pînă la baza sa; aici se îndoaie în afară, trece pe suprafața interioară a sacului fibros și-i căptușește de sus în jos pe toată întinderea sa. Deci pericardul propriu-zis este un sac cu pereții dubli lipiți unul de altul. Între acești doi pereți în mod normal se găsește un spațiu virtual, *cavitatea pericardică (cavum pericardii).*

Pericardul fibros și foița parietală a pericardului seros formează la un loc pericardul extern *(pericardium externum).*

VASCULARIZAȚIA ȘI INERVAȚIA INIMII

Inima este vascularizată de două ramificații ale arterei aorte numite *artere coronare.* Acestea, mergînd mai întîi de-a lungul șanțului coronar se ramifică și pătrund în substanța musculară a inimii unde merg de-a lungul septelor conjunctive care separă fasciculele musculare. În cele din urmă, aceste ramificații dau rețele capilare care se individualizează sub forma unui paneraș în jurul fiecărei celule cardiace. Aceste rețele capilare arteriale se continuă cu rețele capilare venoase care dau naștere la ramificații venoase cu același parcurs ca și ramificațiile arteriale. Ramificațiile venoase dau naștere în ultimă instanță *venei coronare* sau *sinusului coronar* care se varsă în atriumul drept.

Pe lîngă sistemul venos descris mai sus, inima mai prezintă alte două *sisteme venoase speciale*, acela al venelor minore și acela al venelor minime sau ale lui Thebesius. Primele se deschid în atrii prin orificii mici (foramine), iar ultimele atît în atrii cît și în ventricule, prin *foraminele lui Lannelongue.* Aceste două sisteme venoase formează căi derivative sau de siguranță pentru circulația cordului, putînd s-o asigure chiar dacă coronarele sînt lezate sau obstruate.

Nervii inimii provin din plexul cardiac în constituția căruia intră fibrele parasimpatice ale pneumogastricului, precum și fibrele simpaticului cervical. Primele au un rol moderator, următoarele un rol accelerator. În inimă ei formează trei *plexuri intracardiace:* plexul *subepicardic,* plexul *subendocardic* și plexul *intramiocardic.*

Arterele

Arterele (a căror structură a fost deja descrisă) constituie două sisteme: 1) **sistemul arterei pulmonare;** 2) **sistemul aortei** (fig. 146).

Artera pulmonară *(arteria pulmonalis)* transportă sîngele venos de la ventriculul drept la cei doi plămîni. Trunchiul ei se bifurcă în două

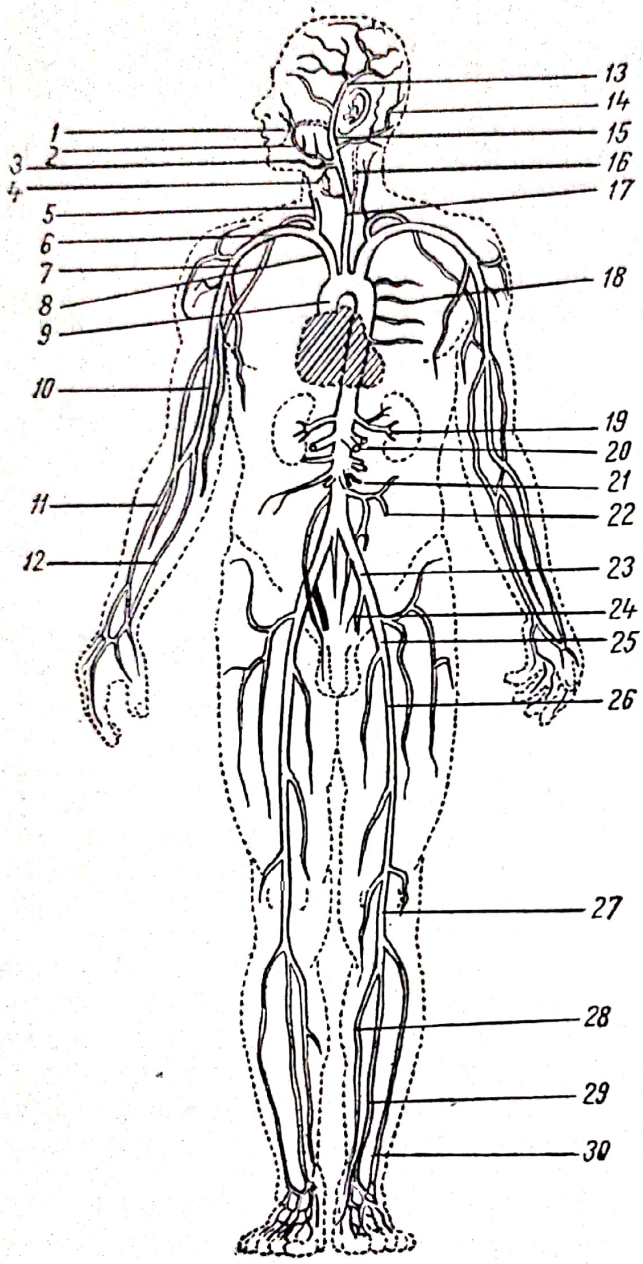


Fig. 146. Schema distribuției principalelor artere la om (din Tittel):

1 — artera maxilară; *2* — artera facială; *3* — artera lingual; *4* — artera tiroidă; *5* — carotida dreaptă; *6* — artera subclaviculară dreaptă; *7* — artera axilară; *8* — trunchiul brahiocefalic drept; *9* — aorta; *10* — artera brahială; *11* — artera radială; *12* — artera cubitală; *13* — artera temporală; *14* — artera occipitală; *15* — carotida externă; *16* — carotida internă; *17* — carotida comună stîngă; *18* — arterele intercostale; *19* — arterele renale și suprarenale; *20* — artera celiacă; *21* — artera mezenterică superioară; *22* — artera mezenterică inferioară; *23* — artera iliacă comună; *24* — artera iliacă internă; *25* — artera iliacă externă; *26* — artera femurală; *27* — artera poplitee; *28* — artera tibială posterioară; *29* — artera tibială anterioară; *30* — artera peronială;

ramuri, artera *pulmonară dreaptă (ramus dexter)* și artera *pulmonară stîngă (ramus sinister).*

Artera aortă *(arteria aorta)*, originea comună a tuturor arterelor din corp, pleacă din ventriculul stîng. Ea se întinde de la baza inimii pînă la corpul celei de-a patra vertebre lombare, unde se împarte în trei ramuri terminale: una mediană numită *artera sacrală mijlocie (aorta caudalis)* și două laterale numite *artere iliace primitive (arteriae ilicae communes).*

La aortă se disting trei porțiuni:

— *aorta ascendentă (aorta ascendens);*

— *cîrja aortei (arcus aortae);*

— *aorta descendentă (aorta descendens),* care, la rîndul său, cuprinde trei porțiuni: *toracică (aorta thoracica), abdominală (aorta abdominalis)* și *caudală (aorta caudalis).*

Aorta ascendentă și cîrja aortică se întind de la baza inimii pînă în dreptul celei de-a treia vertebre dorsale.

Aorta toracică sau dorsală se întinde de la a treia vertebră dorsală pînă la orificiul diafragmatic pe care-l străbate; acest orificiu este situat în dreptul celei de-a zecea vertebre dorsale.

Aorta abdominală sau lombară se întinde de la orificiul diafragmatic pînă în dreptul discului care separă a patra de a cincea vertebră lombară.

Aorta ascendentă dă două *artere cardiace* sau *co-*

ronare (arteria coronaria), dreaptă și stîngă, care se distribuie la pereții inimii. Arterele coronare se desprind din aortă puțin deasupra marginii libere a valvulelor sigmoide.

Cîrja aortei dă în dreapta un *trunchi brahiocefalic (truncus brachiocephalicus)* de unde pleacă *artera carotidă primitivă dreaptă (arteria carotis communis dextra)* și *artera subclaviculară dreaptă (arteria subclavia dextra)*. În stînga, cîrja aortică dă *artera carotidă primitivă stîngă (arteria carotis communis sinistra)* și *artera subclaviculară stîngă (arteria subclavia sinistra)*.

— Arterele carotide primitive ajunse la marginea superioară a cartilajului tiroid se bifurcă, dînd două ramuri terminale: *artera carotidă externă (arteria carotis externa)* care se distribuie la față și la cutia cranială și *artera carotidă internă (arteria carotis interna)* care intră în craniu prin canalul carotidian al temporalului, distribuindu-se la partea rostrală și dorsală a encefalului, la globul ocular și la anexele sale.

— Fiecare arteră subclaviculară dă ramuri colaterale din care citățm *artera vertebrală (arteria vertebralis), trunchiul tirocervical (truncus thyriocervicalis), trunchiul costocervical (truncus costocervicalis)* și *artera mamară internă (arteria thoracica interna)*.

Artera vertebrală merge în lungul gîtului prin canalul costotransvers și intră în craniu prin marele orificiu occipital. Ea se distribuie la măduva spinării, la măduva alungită, la punte, cerebel și baza creierului.

Din trunchiul tirocervical se desprind artere care merg la tiroidă.

Din trunchiul costocervical se desprinde *artera intercostală superioară (arteria intercostalis suprema)*. Aceasta are un traiect vertical pînă la al treilea spațiu intercostal, unde se termină după ce a dat primele două sau trei intercostale. Aceste ramuri se comportă întocmai ca intercostalele aortice, adică se divid în dreptul orificiului de conjugare corespondent în două ramuri: un *ram dorsospinal* destinat mușchilor spinali, măduvii și coloanei vertebrale; un *ram intercostal* propriu-zis care parcurge spațiul intercostal corespondent și se anastomozează înainte cu intercostalele anterioare care provin din *artera toracică internă*.

Artera toracică internă (sau mamară internă) merge în torace înapoia coastelor, în lungul marginii laterale a sternului. Ajunsă în dreptul celui de-al șaselea spațiu intercostal, ea se împarte în două ramuri terminale: o ramură externă sau musculofrenică *(arteria musculophrenica)* și o ramură internă sau epigastrică *(arteria epigastrica cranialis)*. În drumul ei, toracica internă dă ramuri laterale care constituie *arterele intercostale anterioare (rami intercostalis)*. Sînt în număr de două pentru fiecare spațiu intercostal, una superioară, alta inferioară. Aceste artere se îndreaptă în afară, superioara mergînd în lungul marginii inferioare a coastei de deasupra spațiului intercostal, inferioara mergînd în lungul marginii superioare a coastei de dedesubt. Aproape de locul lor de origine, ele traversează dinăuntru în afară mușchiul intercostal intern și se anastomozează în intervalul dintre cei doi mușchi

Scanned with OKEN Scanner

intercostali cu cele două ramuri de bifurcaţie ale arterei intercostale posterioare corespondente *(arteria intercostalis)* care se desprinde din aorta descendentă.

Artera epigastrică cranială se îndreptă caudal şi, după ce a străbătut diafragma, intră în abdomen. Ea merge mai întîi înapoia muşchiului drept abdominal, apoi pătrunde în teaca acestuia şi chiar în interiorul muşchiului, unde se anastomozează cu ramificaţiile epigastricei caudale, ramură a iliacei externe. Anastomozele arterelor epigastrice craniale şi *epigastrice caudale* permit sîngelui să treacă din subclaviculară direct în iliaca externă. Acest drum derivat este important atunci cînd un cheag sanguin astupă calea obişnuită a sîngelui prin aortă. *Artera subclaviculară* se continuă de la partea mijlocie a claviculei cu *artera axială (arteria axillaris),* care coboară în golul axilei, traversează în diagonală această regiune, mergînd la marginea inferioară a muşchiului marele pectoral, de unde îşi continuă drumul sub numele de *arteră humerală* sau *brahială (arteria brachialis).* Artera brahială se întinde pînă la cot, unde se împarte într-o *arteră radială (arteria radialis)* şi o *arteră cubitală (arteria ulnaris).* Din artera cubitală se desprinde *trunchiul comun al interosoaselor (arteria interossea communes).* Aceste artere dau ramuri care se vor distribui la încheietura mîinii şi la mîini.

Aorta descendentă. *Aorta toracică* dă un mare număr de ramuri care se pot împărţi în patru grupe: a) *arterele bronhice (arteriae branchales)* care sînt arterele nutritive ale plămînului; b) *arterele mediastine posterioare (arteria mediastinales);* c) *arterele esofagiene mijlocii (arteria oesophagicae);* d) *arterele intercostale aortice (arteria intercostales).*

Arterele intercostale aortice străbat dinapoi înainte spaţiile intercostale şi se anastomozează direct, fără capilare intermediare, adică prin inosculaţie cu intercostalele anterioare, provenite din toracica internă.

Porţiunea abdominală a aortei — *aorta abdominală* — dă două feluri de ramuri: unele *parietale,* care vascularizează pereţii abdomenului, şi altele *viscerale,* care vascularizează organele din abdomen.

— Ramurile parietale sînt: *artera diafragmatică inferioară (arteria phrenica abdominalis)* şi *arterele lombare (arteria lumbales).*

Arterele lombare, în număr de cinci, asemănătoare cu intercostalele aortice în urma cărora vin, se nasc izolat de pe faţa posterioară a aortei abdominale. De acolo ele merg orizontal în spaţiile pe care le formează între ele apofizele costiforme ale vertebrelor lombare şi dau două ramuri terminale. Una din aceste ramuri se anastomozează anterior sau cu epigastrica caudală sau cu epigastrica cranială.

— Ramurile viscerale cuprind: *trunchiul celiac (arteria coeliaca), artera mezenterică superioară (arteria mezenterica cranialis),* două *artere capsulare mijlocii (arteria suprarenales),* două *artere renale (arteriae renales),* două *artere genitale,* adică *spermatice* la bărbat *(ar-*

teria spermaticae sau *testiculares)*, și *utero-ovariene (arteria ovaricae)* la femeie, *artera mezenterică inferioară (arteria mezenterica caudalis).*

Trunchiul celiac, nepereche și median, se desprinde de pe fața ventrală a aortei, imediat dedesubtul frenicelor abdominale, și se împarte în trei ramuri: *a)* o *ramură dreaptă*, destinată ficatului: *artera hepatică (arteria hepatica communis); b) o ramură stîngă*, destinată splinei: *artera splenică (arteria lienalis); c) o ramură mijlocie* destinată micii curburi a stomacului: *artera coronară stomacală (arteria gastrica sinistra).*

Artera mezenterică superioară, nepereche și mediană, se desprinde de pe fața ventrală a aortei la o distanță de 1—2 cm înapoia arterei celiace și se distribuie la tot intestinul subțire și la jumătatea dreaptă a intestinului gros.

Arterele suprarenale, în număr de două, se desprind de pe laturile aortei.

Găsim două artere genitale și o arteră mezenterică inferioară care pornește de pe fața ventrală a aortei și se distribuie la jumătatea stîngă a intestinului gros și la rectum.

Ajunsă în dreptul vertebrei lombare a patra, aorta abdominală se împarte în trei ramuri terminale: o ramură mijlocie subțire — *artera sacrală mijlocie (arteria caudalis)* și două ramuri laterale relativ foarte voluminoase — *arterele iliace primitive (arteria ilicae communes).* Arterele iliace comune se bifurcă și dau iliaca *internă (ilica interna)* și iliaca *externă (ilica externa).*

Artera iliacă internă *(artera hipogastrică)* viscerală și musculară își trimite ramurile la organele din regiunea pelviană, la organele genitale externe și la partea dorso-mediană a coapsei.

Artera iliacă externă se întinde de la simfiza sacro-iliacă pînă la inelul crural. Din ea se desprinde artera *epigastrică caudală.*

Artera iliacă externă se continuă cu *artera femurală* sau *artera crurală (arteria femoralis)* care merge pînă la inelul adductorului trei, pe care-l traversează și se continuă cu *artera poplitee (arteria poplitea).*

Artera poplitee străbate spațiul popliteu și ajunsă la inelul mușchiului solear se bifurcă dînd *artera tibială anterioară (arteria tibialis anterior)* și *artera tibială posterioară (arteria tibialis posterior).* Din artera tibială posterioară se desprinde *artera peroneală (arteria fibularis).*

Artera tibială anterioară se continuă în dreptul tarsului cu *artera pedioasă (arteria dorsalis pedis).*

Artera tibială posterioară se bifurcă în dreptul calcaneului în două ramuri — *artere plantare* —, care se distribuie pe fața inferioară a labei piciorului.

Venele

După cum există două sisteme arteriale (sistemul pulmonar și sistemul aortic), tot așa există și două sisteme venoase: 1) **sistemul venos pulmonar** și 2) **sistemul venos general,** care corespunde domeniului

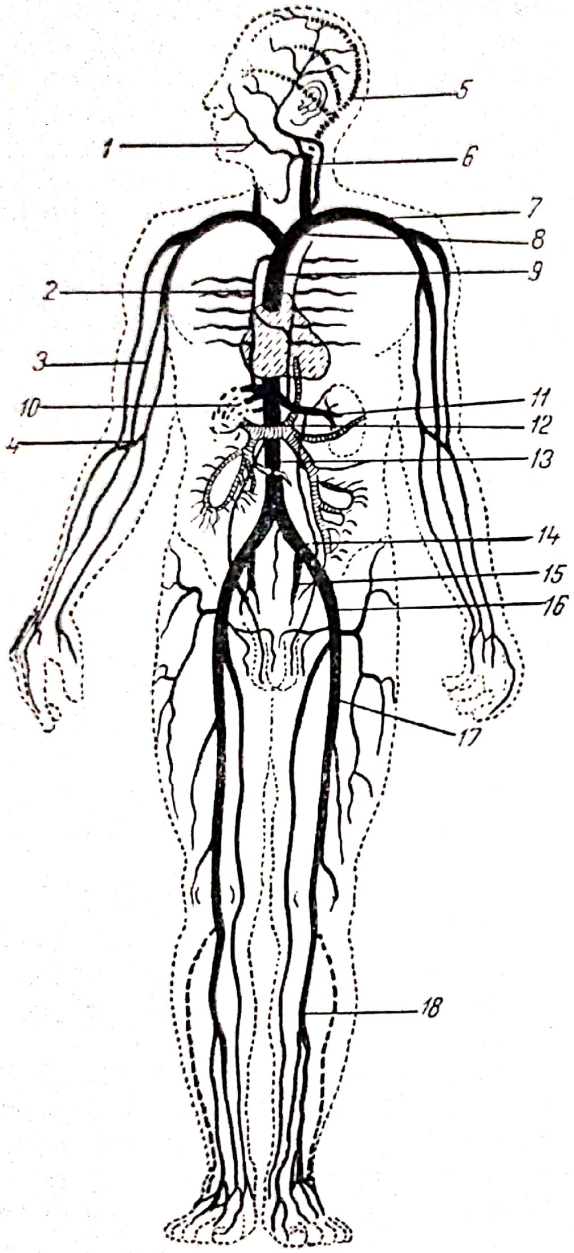


Fig. 147. Schema distribuției principalelor vene la om (din Tittel):

1 — venele faciale; *2* — venele intercostale; *3* — venele brahiale; *4* — venele cubitale; *5* — sinusul venos longitudinal cefalic; *6* — vena jugulară stîngă; *7* — vena subclaviculară; *8* — vena brahiocefalică stîngă; *9* — vena cavă superioară; *10* — venele hepatice; *11* — venele renale și suprarenale; *12* — vena porthepatică; *13* — vena cavă inferioară; *14* — vena iliacă comună; *15* — vena iliacă internă; *16* — vena iliacă externă; *17* — vena femurală; *18* — vena tibială.

aortei. La acestea se adaugă sistemul venei porte (fig. 147).

Sistemul venos pulmonar este constituit din patru *vene pulmonare (venae pulmonales)* care aduc sîngele oxigenat de la plămîni în atriumul stîng.

Sistemul venos general. Sîngele venos este adus la inimă prin două vene scurte care provin din pereții inimii, *vene cardiace (venae cordis)* sau *sinușii coronari* și prin două vene groase, *venele cave (venae cavae)*, una cranială și alta caudală.

Vena cavă cranială sau *superioară*, numită și vena cavă *descendentă*, este trunchiul comun în care se deschid toate venele, în afară de cele cardiace, din jumătatea corpului situată deasupra diafragmei. Ea corespunde destul de exact porțiunii toracice a aortei. Vena cavă cranială este o venă groasă și scurtă, situată la partea anterioară a cavității toracice, mergînd de la trunchiurile brachio-cefalice pînă la partea superioară a atriumului stîng. Ea nu primește decît un singur afluent: *marea venă azigos (vena thoracica longitudinalis dextra)*.

Trunchiurile venoase brahio-cefalice (venae brachiocephalicae), astfel numite pentru că însumează circulația venoasă a membrului superior și a capului, sînt în număr de două, unul *drept* și altul *stîng*. Aceste trunchiuri au ca afluenți: *venele membrului superior, venele capului, venele feței, venele gîtului, venele toracelui, venele rachisului.*

Scanned with OKEN Scanner

Venele *membrului superior* se împart în două grupe, vene *profunde* sau subaponevrotice și vene *superficiale* sau subcutanate. Venele profunde urmează exact traiectul arterelor. Ele au aceleași limite, aceleași raporturi și același nume. Afară de artera subclaviculară și artera axilară care sînt însoțite de către o singură venă *(vena subclavia* și *vena axillaris)*, toate arterele profunde ale membrului superior sînt însoțite de cîte două vene. Rețeaua constituită de venele profunde comunică prin anastomoze cu rețeaua venelor superficiale, de preferință în vecinătatea articulațiilor.

Venele capului se împart în cinci grupe: *venele cefalice (venae encephali)* situate la suprafața și în interiorul encefalului; *sinușii* din dura mater *(sinus durae matris)* săpați în grosimea acestei membrane; *venele meningee (venae meningicae)* care merg între dura mater și oasele craniului; *venele diploice (vena diploicae)* situate în grosimea oaselor craniene; *venele tegumentare* situate în afara craniului între periost și piele.

Venele feței se împart în două grupe: *superficiale* și *profunde.*

Venele gîtului sînt în număr de șase: vena *jugulară externă*, vena *jugulară anterioară*, vena *jugulară internă*, vena *jugulară posterioară*, vena *vertebrală* și venele *tiroidiene.* Venele jugulare externe și anterioare sînt superficiale, cele interne și posterioare sînt profunde.

Venele toracelui se împart în *parietale* și *viscerale.* Venele parietale sînt: *diafragmaticele superioare, mamara internă (vena thoracica interna); intercostalele (venae intercostales); trunchiul comun al intercostalelor superioare* și *venele azigos (venae thoracicae longitudinales).*

Venele intercostale sînt în număr de 24 (12 pentru fiecare parte a corpului, adică una pentru fiecare spațiu intercostal). Din cele 12 vene intercostale drepte primele 2 sau 3 se deschid dintr-un trunchi unic, trunchiul comun al venelor intercostale superioare drepte; ultimele 9 sau 10 se deschid în marea venă azigos. De asemenea, din cele 12 vene intercostale stîngi primele 6 sau 7 se deschid într-un trunchi comun, trunchiul comun al venelor intercostale superioare stîngi *(vena thoracica longitudinalis sinistra accessoria)*, ultimele 5 au 6 se deschid în mica venă azigos *(vena thoracica longitudinalis sinistra).*

Venele azigos sau *venele toracice longitudinale* sînt în număr de două, una dreaptă mai voluminoasă *(vena toracică longitudinală dreaptă* sau *marea venă azigos)*, alta stîngă mai subțire *(vena toracică longitudinală stîngă* sau *mica venă azigos).*

— Vena toracică longitudinală dreaptă (marea azigos) ocupă partea inferioară și posterioară a toracelui. Ea este în legătură cu ultimele intercostale drepte și ia naștere de obicei în cavitatea abdominală, înaintea stîlpilor diafragmului, unde continuă vena lombară ascendentă dreaptă *(vena lumbalis ascendens dextra).*

— Vena toracică longitudinală stîngă (mica azigos) ocupă partea inferioară și posterioară a cavității toracice. Ea este în legătură cu ultimele vene intercostale stîngi și continuă în sus vena lombară ascen-

Scanned with OKEN Scanner

dentă stîngă *(vena lumbalis ascendens sinistra)*. Toracica longitudinală stîngă se deschide în cea dreaptă printr-o îndoitură transversă.

Venele toracice longitudinale reunesc prin intermediul venelor lombare ascendente iliacele primitive cu cava superioară. Datorită acestor vene sîngele din picioare poate să se întoarcă la inimă fără să mai treacă prin calea obișnuită a venei cave inferioare.

Venele toracice viscerale se împart în *timice, pericardice, mediastinale, esofagiene* și *bronhice*.

Vena cavă inferioară sau *caudală* (numită și *vena cavă ascendentă)* este trunchiul comun în care se deschid venele abdomenului, pelvisului și membrelor inferioare, în ultima instanță toate venele jumătății subdiafragmatice a corpului. Ea corespunde destul de exact aortei abdominale și ramurilor sale. Este situată o parte în abdomen, o parte în torace și merge de la vertebra a patra lombară pînă la partea dorsală a atriumului drept.

Vena cavă inferioară primește la originea sa cele două vene iliace primitive *(ilicae communes)*, care, prin iliacele externe *(ilicae externae)* și iliacele interne *(ilicae internae)*, îi aduc sîngele venos din membrele inferioare în cavitatea pelviană. În afară de aceasta, ea primește în cursul traiectului său venele abdomenului și venele genitale (venele spermatice la bărbat, venele ovariene la femeie).

Venele iliace comune sînt situate pe a cincea vertebră lombară și la baza sacrului. Ele nu primesc ca colaterale decît vena sacrală mijlocie *(vena sacralis media)* care se deschide în vena iliacă comună stîngă. La originea lor ele primesc venele iliace externe și venele iliace interne sau hipogastrice.

— Vena iliacă externă începe în dreptul inelului crural unde continuă vena femurală *(vena femoralis)*. Ea primește ca afluent vena epigastrică caudală.

— Vena iliacă internă corespunde destul de exact prin traiectul și ramurile sale colaterale arterei cu același nume.

Venele membrului inferior se împart, ca și acelea ale membrului superior, în vene *profunde* sau subaponevrotice și vene *superficiale* sau subcutanate.

— Venele profunde urmează exact traiectul arterelor al căror nume îl poartă și prezintă aceleași raporturi cu mușchii și nervii corespunzători. Distingem *vene femurale (venae femorales), poplitee (venae popliteae), vene tibiale* anterioare și posterioare *(venae tibiales anteriores* și *tibiales posteriores), vene fibulare (venae fibulares)*. Ele sînt în număr de două pentru fiecare arteră, cu excepția venelor poplitee și femurală, care sînt în număr de una pentru fiecare arteră corespunzătoare.

— Venele superficiale formează dedesubtul pielii un plex cu ochiuri largi. Cele două rețele — superficială și profundă — ale membrului inferior sînt legate una de alta prin numeroase ramuri anastomotice care le solidarizează din punct de vedere anatomic și funcțional.

Venele abdomenului se împart în două grupe: *vene parietale* și *vene viscerale*.

Scanned with OKEN Scanner

— Venele parietale sînt formate din *venele diafragmatice inferioare (venae phrenicae abdominales)*, și *venele lombare (venae lumbales)*.

În dreptul bazei apofizelor costiforme, venele lombare sînt legate între ele printr-o serie de anastomoze îndreptate vertical, care constituie venele lombare ascendente. Aceste vene comunică în jos cu venele iliolombare, care se deschid în iliacele interne sau iliacele comune. În sus, ele formează de obicei originile venelor azigos sau toracice longitudinale. Fiecare din venele lombare se deschide și pe peretele dorsal al venei cave inferioare.

— Venele viscerale cuprind: *venele capsulare* sau *suprarenale (venae suprarenales)*, *venele renale (venae renales)*, *venele suprahepatice (venae hepaticae)*, *venele spermatice (venae spermaticae)* la bărbat și *venele ovariene (venae ovaricae) la femei*.

Vena portă (venae portae), nepereche, culege sîngele venos de la toate viscerele abdominale, în afară de ficat și rinichi. Formată prin unirea a trei vene voluminoase: *splenice (venae lienalis)*, *mezenterica superioară (venae mezenterica cranialis)* și *mezenterica inferioară (venae mezenterica caudalis)*, vena portă intră în ficat unde se ramifică și se capilarizează întocmai ca o arteră și iese din ficat sub numele de *vene suprahepatice* care se deschid în vena cavă inferioară.

Vasele limfatice (SYSTEMA LYMPHACEUM)

Sistemul limfatic cuprinde două feluri de organe: *vasele limfatice (vasa lymphacea)* și *ganglionii limfatici (lymphonodi)*.

Vasele limfatice (fig. 148) iau naștere în rețelele capilare și se îndreaptă către două mari trunchiuri colectoare, *canalul toracic (ductus thoracicus)* și *marea venă limfatică (truncus lymphaceus dexter)*, care sînt situate în torace și se deschid în venele subclaviculare.

Vasele limfatice pot fi împărțite în două grupe mari: limfaticele *cefalice, parietale* și *ale membrelor* și limfaticele *viscerale*. Toate vasele limfatice menționate mai sus pot fi *superficiale* și *profunde*. Cele superficiale se găsesc în țesutul celular subcutanat, cele profunde dedesubtul aponevrozei superficiale. Și unele și altele însoțesc de obicei venele corespunzătoare.

Canalul toracic începe în abdomen înaintea vertebrelor lombare 2 sau 3 printr-o dilatare în formă de ampulă — rezervorul chilului sau *cisterna lui Pecquet (cisterna chyli)*. El merge înaintea coloanei vertebrale și se deschide în vena subclaviculară în unghiul diedru pe care-l face vena subclaviculară stîngă cu vena jugulară internă stîngă.

Trunchiul limfatic drept este locul în care se varsă toate vasele limfatice care nu sînt afluentele canalului toracic. El este situat în partea ventro-laterală a bazei gîtului și se deschide în unghiul diedru pe care-l formează vena subclaviculară dreaptă cu vena jugulară internă dreaptă.

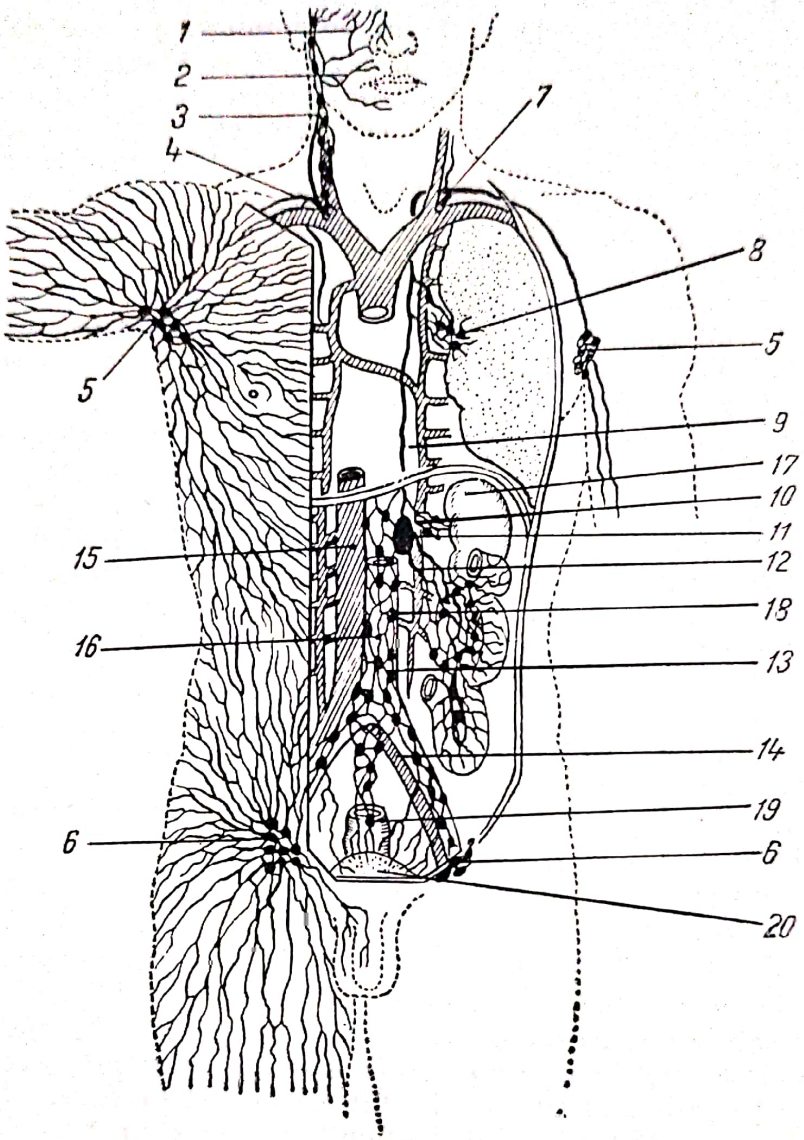


Fig. 148. Schema dispoziției vaselor limfatice și a ganglionilor limfatici la om. Partea dreaptă reprezintă dispozițiile superficiale; partea stîngă, pe cele din cavitatea generală (din **Tittel**):

1 — legătura căilor limfatice din regiunea buzelor și a nasului cu cele din regiunea capului; *2* — vasele și ganglionii limfatici din regiunea mandibulei; *3* — ganglionii limfatici ai gîtului; *4* — trunchiul limfatic drept; *5* — ganglionii limfatici axilari; *6* — ganglionii limfatici inguinali; *7* — deschiderea canalului toracomamar în vena subclaviculară stîngă; *8* — ganglionii limfatici bronhiali; *9* — canalul toracomamar (canalul toracic); *10* — cisterna lui Pecquet (rezervorul chilului); *11* — vasele chilifere; *12* — rețeaua limfatică din regiunea aortei; *13* — ganglionii limfatici; *14* — ganglionii limfatici din regiunea arterelor iliace; *15* — vena cavă inferioară; *16* — aorta; *17* — rinichiul stîng; *18* — intestinul subțire; *19* — intestinul gros; *20* — vezica urinară.

Scanned with OKEN Scanner

Ganglionii limfatici, a căror structură a fost deja văzută (v. fig. 108), sînt grupaţi la om în diferite regiuni ale corpului. Iată principalii ganglioni: poplitei *(lymphonodi poplitei);* inghinali *(l. subinguinales profundi et superficialis);* iliaci externi sau retrocrurali *(l. ilici externi);* ganglionii bazinului; ganglionii lombo-aortici sau abdominali; ganglionii toracelui; ganglionii capului; ganglionii gîtului; ganglionii axilari *(l. axillares).*

SPLINA
(*Lien*)

Splina este un organ situat pe traiectul vaselor sanguine, după cum ganglionii sînt situaţi pe traiectul vaselor limfatice. Ţesutul reticulat din care ea este formată (ca şi ganglionii) poartă numele de *pulpă albă* sau de *pulpă roşie,* după cum ochiurile sale sînt umplute cu limfocite sau cu globule roşii. Pe cînd ochiurile pulpei albe sînt umplute numai cu limfocite, ochiurile pulpei roşii conţin toate elementele figurate ale sîngelui.

În paginile precedente (v. structura ţesuturilor şi organelor hematopoietice), structura internă a splinei a fost deja descrisă (v. fig. 107). În cele ce urmează vom prezenta cîteva date caracteristice pentru om.

Situată în partea stîngă a abdomenului, splina are o formă ovoidă, fapt pentru care a fost comparată cu un bob uriaş de cafea. Ea are mai degrabă forma unui poliedru neregulat cu patru feţe, din care una externă „priveşte" în afară, iar celelalte trei se modelează pe organele cu care vin în contact: înapoi, rinichiul, în jos, colonul, şi înainte, stomacul. Suprafaţa splinei este netedă. Culoarea sa este roşie-închisă pe viu, roşie-cafenie-închisă la cadavru.

Splina este cel mai moale şi cel mai friabil din toate organele. Lungimea sa măsoară 13 cm, lăţimea 8 cm, grosimea 3—3,1 cm şi greutatea 180—200 g. Aceste cifre variază foarte mult după individ, vîrstă şi sex.

Aşa cum s-a văzut deja, splina îndeplineşte în organism numeroase funcţii: *funcţia limfocitopoietică,* foarte dezvoltată la organismul tînăr, dar atenuată la adult şi dispărută la bătrîn; *funcţia hematopoietică,* caracteristică vieţii embrionare (graţie existenţei în splină de insule de ţesut hematopoietic), dar dispărută la adulţi; *funcţia hematolitică,* graţie căreia splina eliberează pigmenţii feruginoşi din compoziţia hemoglobinei acestora, depozitînd fierul sub formă de rubigen sau hidrat de oxid de fier („funcţia marţială a splinei"), resturile neferuginoase ale hemoglobinei servind în ficat la elaborarea pigmenţilor biliari; *funcţia leucolitică; funcţia fagocitară,* realizată graţie celulelor endoteliale ale sinusurilor venoase şi celulelor reticulului splenic care fagocitează nu numai hematiile şi leucocitele bătrîne, dar şi microbii, precum şi alte corpuri străine.

Scanned with OKEN Scanner

SISTEMUL EXCRETOR

Sistemul excretor îndeplinește o dublă funcție: *a)* reglează mediul intern prin menținerea unei aceleiași cantități de săruri și de apă, cea mai mare parte din prisos fiind eliminată prin rinichi; *b)* elimină substanțele inerte și substanțele vătămătoare, rezultate din metabolismul substanțelor proteice.

1) Existența unui mediu intern, prezentînd o presiune osmotică determinată și sensibil constantă, constituie o condiție esențială pentru însăși funcționarea diferitelor sisteme din organism.

Organismul tuturor vertebratelor este pus în permanență în fața rezolvării problemei apei și a sărurilor minerale fie în exces, fie în deficit. În mediul dulcicol, primele vertebrate au fost obligate să limiteze o hidratare excesivă, cauzată de hrana microfagică. Astfel se presupune că s-a dezvoltat „aparatul filtrant" caracteristic vertebratelor, reprezentat prin *glomerulul lui Malpighi*, precum și segmentul proximal cu „bordură în perie" (care reprezintă elementul cel mai constant al tubușoarelor renale), care, reabsorbind o bună parte din săruri, permite restabilirea echilibrului intern, amenințat printr-o filtrare excesivă la nivelul glomerulului. Se presupune astfel că rinichii aveau la origine mai ales rolul de a controla cantitatea de apă și de săruri din mediul intern, funcția de excreție a deșeurilor metabolismului putînd fi asigurată, în bună parte, de diverse grupe *celulare extrarenale*, așa cum sînt, de exemplu, celulele branhiale ale peștilor. Mai tîrziu abia, funcția de excreție s-a localizat mai ales la rinichi.

2) Din metabolismul substanțelor proteice rezultă mai ales produși simpli, care conțin azot. Cea mai mare parte din acești compuși este formată din săruri amoniacale, care sînt foarte toxice. La unele vertebrate (Teleostei, Crocodilieni) aceste săruri rămîn ca atare pînă la excreție. La majoritatea vertebratelor însă, sărurile amoniacale sînt transformate de ficat, aproape imediat ce apar în sînge, în compuși amoniacali nevătămători, uree și acid uric. Ureea apare la Selacieni, Amfibieni, unii Chelonieni acvatici, mamifere. Acidul uric — aproape insolubil — este caracteristic pentru Lacertilieni, Ofidieni, unii Chelonieni terestri, păsări. Eliminarea lor revine, în primul rînd, rinichilor.

Scanned with OKEN Scanner

Alte căi de excreție, decît calea renală, există însă la vertebrate. Astfel, substanțele de dezasimilație azotoase pot fi eliminate prin *branhii* la pești (celulele acidofile) și prin *glandele sudoripare* la mamifere. Ficatul intervine în excreția colesterolului și a produselor de degradare a hemoglobinei, așa cum este bilirubina. O anumită cantitate de colesterol, de fosfați, de calciu, de magneziu și de fier se elimină prin *mucoasa intestinală* în lumenul intestinal. În fine, cantități apreciabile de apă sînt eliminate prin *plămîni* și prin *tegument*. În ultimul caz apa se elimină sub formă de sudoare și sub formă de vapori. Eliminarea apei sub formă de vapori constituie la vertebratele terestre ceea ce se numește *perspiratia insensibilis*.

EMBRIOGENEZA SISTEMULUI EXCRETOR

Sistemul excretor este format la vertebrate din două organe compacte (rinichi), *canale de evacuare* ale rinichilor și de cele mai multe ori și dintr-un *rezervor al urinei*.

Rinichii se formează în embriogeneză din plăcile nefrotomiale perechi (mezoblastice) denumite *piese intermediare* sau pediculii somitelor, care vor da *nefrotomuri* (sau segmente renale). Nefrotomurile, la rîndul lor, vor da naștere la tubușoarele renale sau *nefroni* (fig. 149).

Nefronii reprezintă elementele funcționale fundamentale ale rinichilor. În tot lungul lor, plăcile nefrotomiale nu se metamerizează în același timp, acest fenomen progresînd de la partea anterioară spre cea posterioară a embrionului. Mai mult decît atît, plăcile nefrotomiale nu se mai metamerizează de loc în partea posterioară, dînd aci naștere, la Amniote, mai întîi la un blastem renal, din care apoi se vor diferenția nefronii.

Nefronii se pot forma astfel fie din nefrotomuri, fie dintr-un *blastem nefrogen* provenit tot din plăcile nefrotomiale.

Nefronii din partea anterioară a embrionului, diferențiați mai de timpuriu, prezintă o dispoziție metamerică care corespunde în mod strict cu dispoziția metamerică a somitelor. Fiecare nefron se deschide în celom printr-o *pîlnie ciliată*, în vecinătatea căreia ramificații ale aortei (viitoarele artere renale) formează un glomerul de capilare de tipul unei rețele admirabile. Se formează astfel un *glomerul extern*. Mai rar, acești glomeruli intră aici în contact cu nefronii, formînd *glomeruli interni* (fig. 149). Pe de altă parte, fiecare nefron crește lateral, pentru a se deschide într-un canal excretor, denumit *ureter primar* sau *canalul lui Wolff*. La rîndul său, acesta crește spre partea posterioară a embrionului și se deschide în *cloac*. La nivelul glomerulului extern are loc filtrarea apei și a sărurilor din sînge în cavitatea generală, de unde acestea trec prin pîlnia ciliată în nefron, de unde sînt eliminate afară prin canalul lui Wolff.

Scanned with OKEN Scanner

Rinichiul astfel format în partea anterioară a embrionului, într-un moment precoce al organogenezei, prezentînd o structură destul de primitivă a nefronilor componenţi (de obicei puţini la număr), poartă numele de *pronefros* (rinichi cefalici sau „rinichi primitiv"), iar canalul lui Wolff este iniţial canalul pronefrosului.

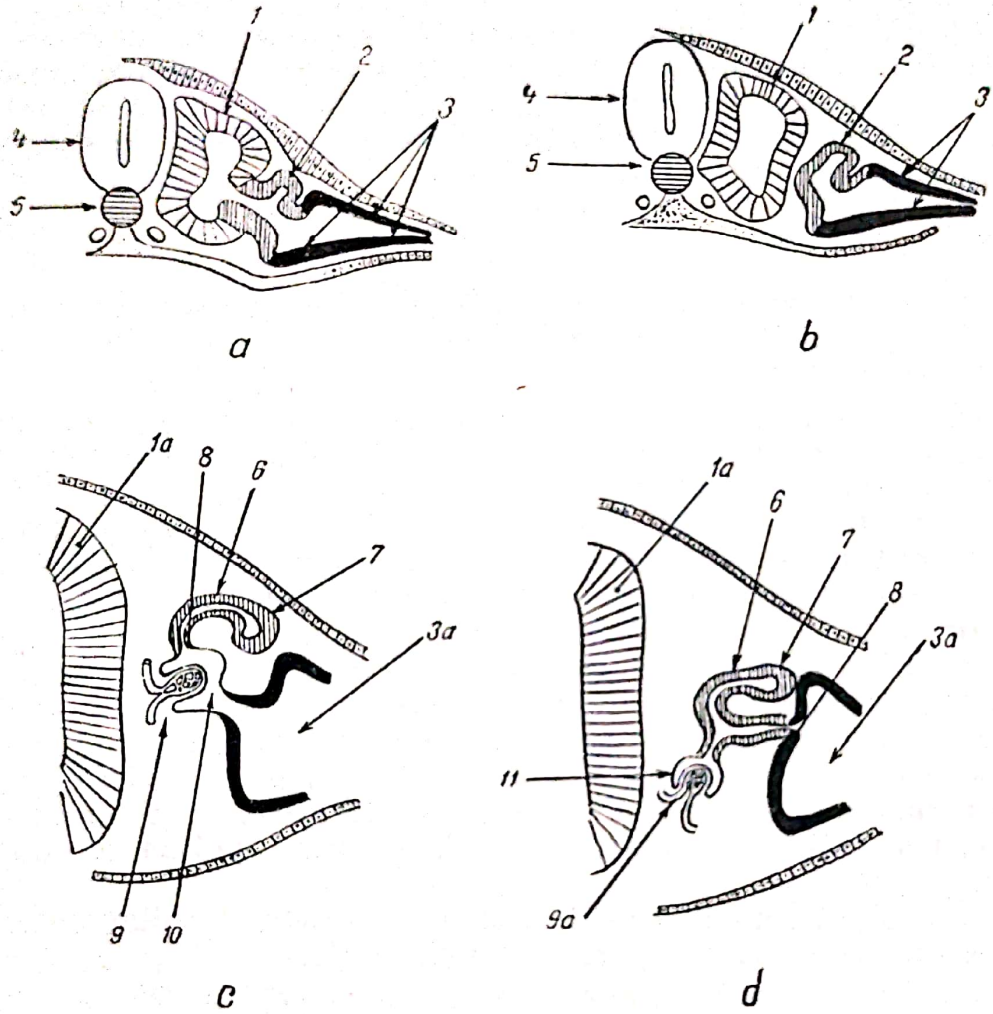


Fig. 149. Dezvoltarea embrionară a nefronilor (din J. B a e r):
a, b, c, d — diferitele faze de dezvoltare:
1 — placa protovertebrală sau epimer; *1, a* — somitele; *2* — placa nefrotomială sau intermediară, sau mezomer; *3* — placa laterală sau hipomer; *3, a* — celomul; *4* — neuraxul; *5* — notocordul; *6* — nefronul; *7* — canalul lui Wolff; *8* — nefrostomul; *9* — glomerulul vascular extern; *9, a* — glomerulul intern; *10* — camera glomerulară externă; *11* — capsula lui Sumleanski-Bowman.

Pentru unii autori pronefrosul ar reprezenta un rest tranzitoriu al rinichiului strămoşilor vertebratelor, pe care ei îl denumesc *archinefros* (fig. 150). Rinichii larvelor de *Myxinae* şi de *Gymnophioni* ar reprezenta structura şi dispoziţia archinefrosului.

Acest rinichi, apărut în decursul embriogenezei fiecărui vertebrat, nu rămîne funcţional şi la adulţi La majoritatea vertebratelor el se

dezorganizează, dar unul din nefrostomurile sale contractă legături cu oviductele, dînd naștere la pîlnia acestora. Doar la ciclostomi și pești el se continuă și la adult, sub forma unui organ limfoid, cunoscut sub numele de *rinichi cefalic*. Canalul lui Wolff rămîne însă funcțional și exercită o acțiune inductoare asupra formării nefronilor în regiunea imediat următoare.

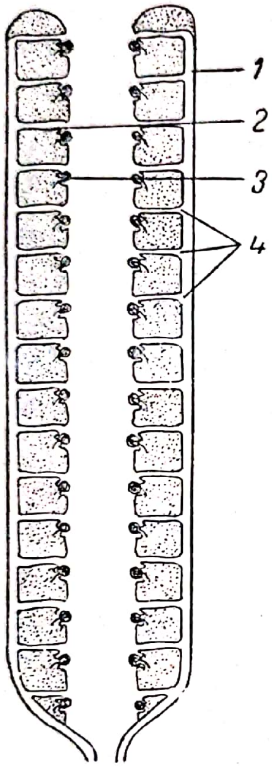


Fig. 150. Structura ipotetică a arhinefrosului (schemă din Weichert): *1* — canalul arhinefrosului; *2* — nefrostonul; *3* — glomerulul extern; *4* — tubușoarele arhinefrotice.

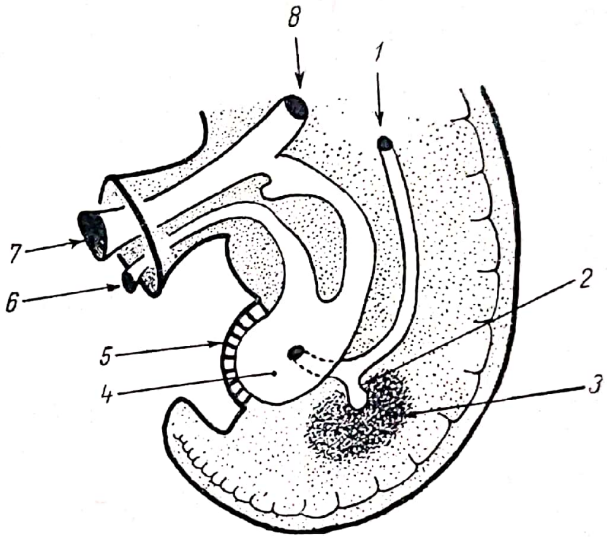


Fig. 151. Embriogeneza metanefrosului (din Angelescu): *1* — canalul lui Wolff (ureterul primar); *2* — diverticulul canalului lui Wolff, care va forma ureterul secundar; *3* — blastemul metanefrogen; *4* — cloacul; *5* — membrana cloacală; *6* — canalul alantoidian; *7* — canalul vitelin; *8* — intestinul.

La toate vertebratele se formează ceva mai tîrziu decît pronefrosul, un rinichi mai evoluat — *mezonefrosul*, denumit încă și *corpul lui Wolff* sau „rinichiul primar". Așezați mai înapoia pronefrosului, nefronii mezonefrosului nu mai oferă o metamerie așa de strict corespunzătoare acelei a somitelor. În plus, se complică uneori prin înmugurirea de pe ei a unor elemente secundare și terțiare. Glomerulul vascular este aici întotdeauna un glomerul intern, fiind așezat într-o dilatare capsulară a nefronului, denumită *capsula lui Sumlianski*-Bowman. Nefrostomul nu se mai formează decît foarte rar. Nefronii mezonefrosului utilizează însă drept tub de evacuare tot canalul lui Wolff, cu care intră în legătură.

Scanned with OKEN Scanner

Apărut în decursul embriogenezei, mezonefrosul devine rinichiul funcțional la formele adulte de la ciclostomi, de la pești și de la amfibieni. La Amniote însă și rinichiul mezonefrotic funcționează numai în faza embrionară, fiind aici o formațiune tranzitorie, ca și pronefrosul. Mezonefrosul definitiv al Anamniotelor este denumit de unii autori *opistonefros*, numele de mezonefros fiind rezervat exclusiv formațiunii tranzitorii de la Amniote.

La aceste vertebrate, la partea posterioară a regiunii nefrogene, unde nu se observă nici o dispoziție metamerică a plăcilor nefrotomiale, ci un blastem nefrogen, încep să se diferențieze *tuburile renale metanefrotice*. Ele nu se mai varsă în canalul lui Wolff, ci într-un canal nou, *ureterul secundar*, format pe seama unui mugure pornit din partea terminală a acestuia (fig. 151). Ureterul secundar pătrunde în blastemul metanefritic, formînd în interiorul acestuia, la mamifere, o dilatare care va deveni *bazinetul*, care, înmugurind, dă canalicule ce se pun în legătură cu nefronii în formare. Canalul lui Wolff nu se dezorganizează decît la femele, îndeplinind la masculi funcția de evacuare a produselor genitale.

STRUCTURA NEFRONULUI ȘI TIPURILE ACESTUIA

Nefronul, sau tubușorul urinar, *este unitatea funcțională și structurală fundamentală a rinichilor*. Variabilitatea sa în seria vertebratelor este destul de amplă (fig. 152).

În forma sa cea mai primitivă, nefronul este un tub simplu, deschizîndu-se printr-o pîlnie ciliată — *nefrostomul* — în cavitatea generală, iar prin celălalt capăt al său în canalul evacuator, *ureterul primar* (canalul lui Wolff). La Selacieni și la Amniote, acest canal se formează inițial din confluența și concrețterea capetelor laterale ale nefronilor. La majoritatea Anamniotelor însă, el se formează direct din somatopleură. În cavitatea generală, în apropierea nefrostomului, se observă o mică evaginație globuloasă a peritoneului, în interiorul căreia se află glomerulul de capilare, de tipul rețelelor admirabile, format din ramificarea arterei renale. Un astfel de glomerul se numește *glomerul extern*. La Amfibieni și unii Teleostei, o porțiune din celom din vecinătatea glomerulelor și a nefrostomilor se poate individualiza, izolîndu-se de restul acestuia, formînd o cameră externă a pronefrosului. Apa și sărurile filtrează din acest glomerul vascular în cavitatea generală, trece de aici prin nefrostom în nefron, iar mai departe prin canalul lui Wolff afară. Un astfel de nefron primitiv, prezentînd numeroase analogii cu canaliculele metanefriale de la Anelide, poartă denumirea de *nefron deschis* și cu glomerul extern.

O treaptă nouă în evoluția nefronului este realizată atunci cînd glomerulul vascular se dezvoltă pe traiectul însuși al acestuia, nefrosto-

Scanned with OKEN Scanner

mul rămînînd însă prezent. Un astfel de glomerul poartă numele de *glomerul intern*. În acest caz, la contactul nefronului cu glomerulul se formează o capsulă (cu pereți dubli), care-l adăpostește. Capsula poartă denumirea de *capsula lui Bowman-Șumleanski*, iar glomerulul de *glomerulul lui Malpighi*, ansamblul alcătuit din aceste două formațiuni purtînd numele de *corpusculul lui Malpighi*. Astfel de nefroni se întîlnesc în mezonefros, dar pot intra în unele cazuri și în constituția pronefrosului.

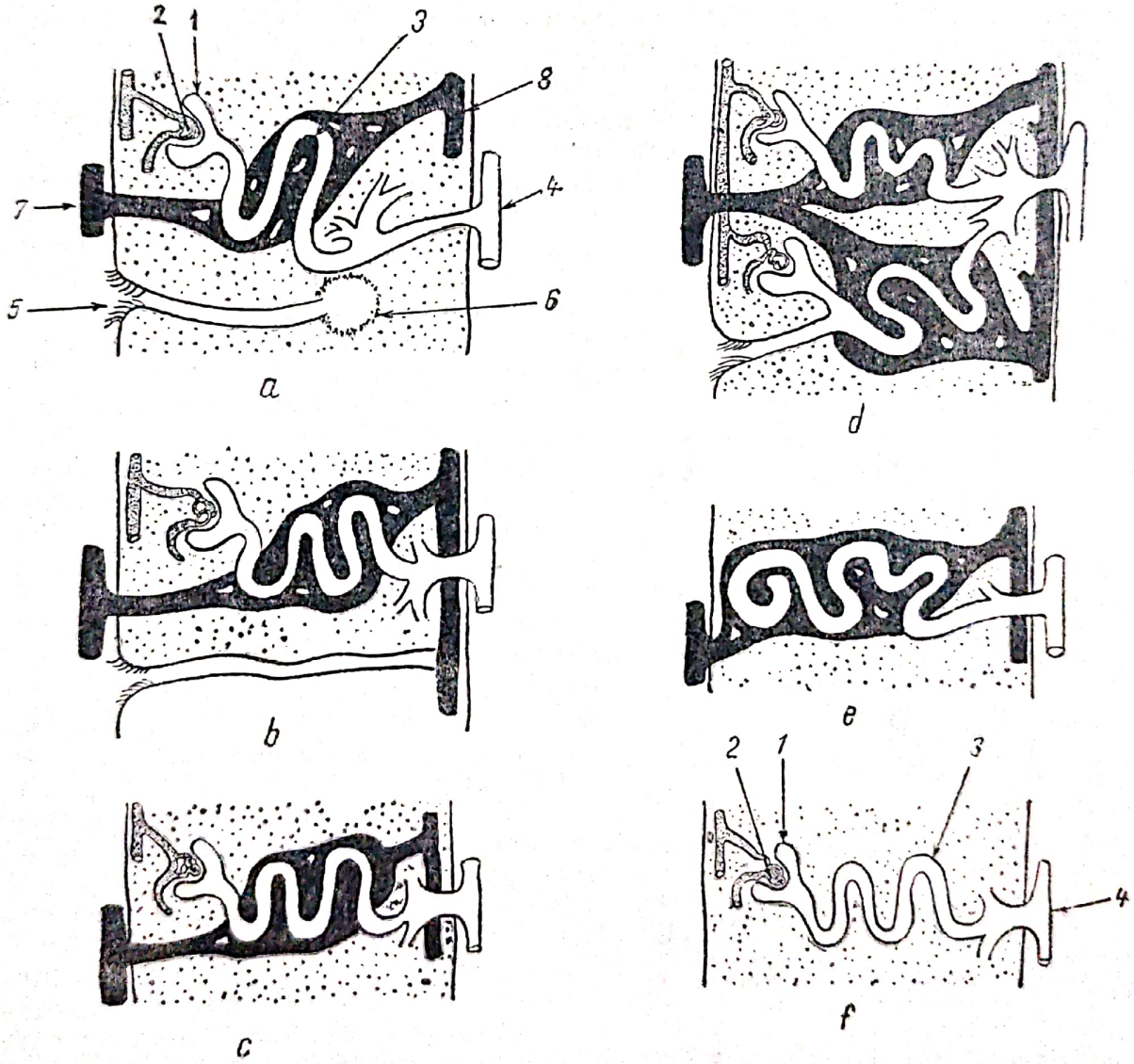


Fig. 152. Cîteva tipuri de nefroni (din J. Baer):
a — Elasmobranhi; *b* — Anure; *c* — Sauropside; *d* — Urodele; *e* — Teleostei (aglomerular); *f* — mamifere:
1 — capsula lui Sumleanski-Bowman; *2* — glomerulul vascular; *3* — tubușorul renal; *4* — ureterul; *5* — nefrostomul; *6* — organul limfoid; *7* — vena portrenală; *8* — vena renală.

Evoluţia următoare a nefrosului este marcată prin dispariţia nefrostomului, acesta pierzînd astfel orice legătură cu celomul. Se formează un nefron închis şi cu glomerul intern. Canalul nefronului, care începe acum prin corpusculul lui Malpighi, se alungeşte şi se complică. Pe traiectul său se diferenţiază sectoare cu structuri şi funcţii specializate.

Nefronii din tipurile descrise pot prezenta uneori complicări structurale deosebite. Astfel, La Elasmobranhi, segmentul distal al nefronului se poate detaşa de restul acestuia, pătrunzînd într-un ţesut limfoid printr-un capăt al său, iar prin celălalt capăt deschizîndu-se în celom printr-o pîlnie ciliată. La Anure se poate ivi aceeaşi situaţie, dar porţiunea detaşată nu mai intră în raport cu o formaţiune limfoidă, ci cu un capilar venos.

În sfîrşit, o formă deosebită de nefron este aceea lipsită de glomerul, fapt pentru care acesta poartă numele de nefron *aglomerular*. Acest tip de nefron se întîlneşte mai ales la unii Teleostei marini din familia *Syngnathidae*, precum şi la un peşte dulcicol, *Microphys boaia*. Este interesant de citat faptul că la unele specii, ca *Myoxecephalus scorpius*, unii indivizi prezintă nefroni aglomerulari, în timp ce la alţi indivizi ei sînt prevăzuţi cu glomerule.

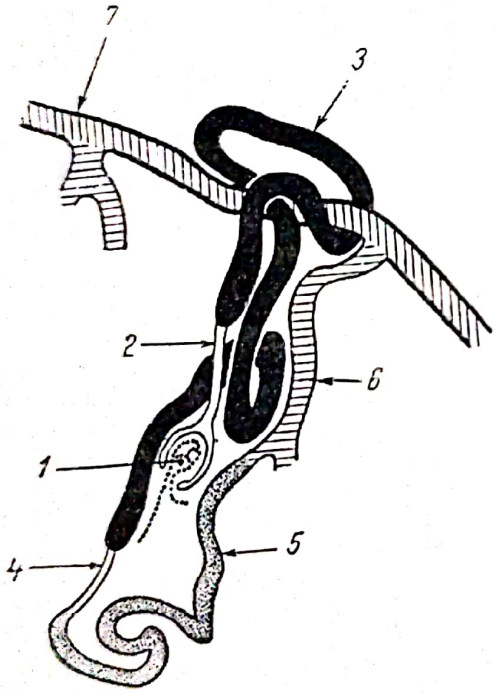


Fig. 153. Nefronul la *Rana temporaria:*

1 — corpusculul lui Malpighi; *2* — coletul; *3* — segmentul conturnat proximal (segmentul principal); *4* — segmentul îngust (subţire); *5* — segmentul intermediar; *6* — segmentul de legătură; *7* — tubul colector.

Diferenţierea sectoarelor tubuşoarelor renale prezintă un grad de complicare maximă la Amfibieni (fig. 153). Prezentăm mai jos părţile componente ale nefronului:

1. Corpusculul lui Malpighi, format dintr-o capsulă, numită *capsula lui Şumlianski-Bowman*, cuprinzînd în interiorul ei glomerulul lui Malpighi. La nivelul acestuia are loc filtrarea urinei primitive.

2. Gîtul sau coletul, al cărui epiteliu are flageli lungi, îndreptaţi spre segmentul următor.

3. *Segmentul încolăcit* (sau contort) *proximal*, avînd un epiteliu prevăzut cu o „bordură în perie" (care aminteşte de bordura celulelor din epiteliul intestinal), joacă un rol important în resorbţia celei mai mari părţi din urina primitivă, filtrată la nivelul corpusculilor lui Malpighi, şi deci în formarea urinei definitive. Acest segment ar mai îndeplini şi alte funcţii: cea secretoare şi cea de atrocitoză (adică de absorbţie a unor coloranţi, ca de exemplu albastrul de tripan, urmată de floculaţia sa granulară în interiorul citoplasmei). În

interiorul acestor celule se găsesc *bastonaşele lui Heidenhain*, care nu sînt altceva decît mitocondrii dispuse perpendicular pe baza acestor celule.

4. *Segmentul subţire*, prevăzut ca şi gîtul cu flageli îndreptaţi spre segmentul următor, care bat ritmic.

5. *Segmentul încolăcit distal*, ale cărui celule nu mai au o bordură în perie, dar prezintă bastonaşele lui Heidenhain.

6. *Segmentul de unire.*

7. *Canalul colector*, în care se deschid segmentele de unire ale mai multor nefroni.

Faţă de structura nefronului descrisă mai sus găsim numeroase variaţii caracteristice ale diverselor grupe de vertebrate (fig. 154). Astfel, gîtul cu flageli lungi nu există nici la Saurospide şi nici la mamifere. Segmentul subţire prevăzut cu flageli este caracteristic numai Am-

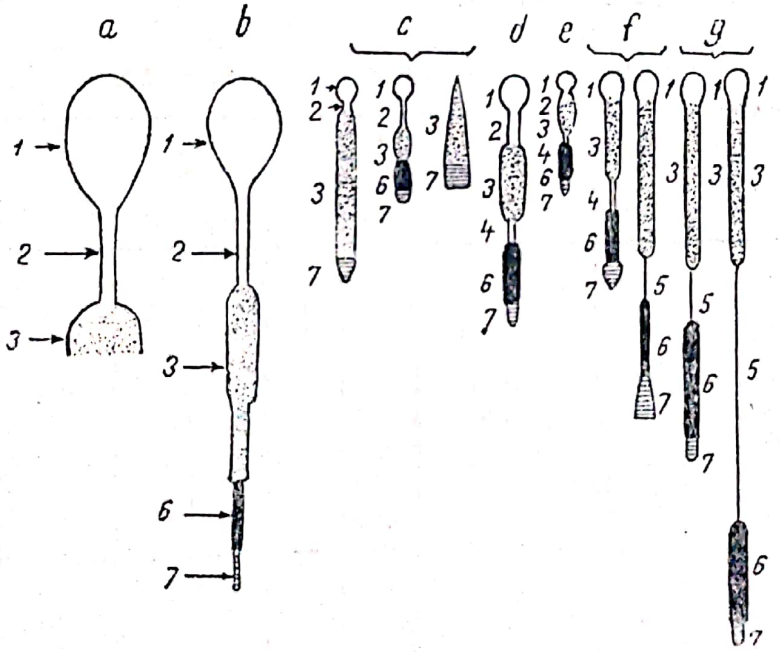


Fig. 154. Reprezentare schematică a nefronilor de la diferite vertebrate (după Marshall şi Kepton, din Romer):

a — *Myxinoidea*; *b* — *Chondrichtyes*; *c* — *Osteichtyes*; *d* — amfibieni; *e* — reptile; *f* — păsări; *g* — mamifere:
1 — corpusculul renal; *2* — gîtul (coletul); *3* — segmentul contort proximal; *4* — segmentul intermediar; *5* — segmentul subţire; *6* — segmentul contort distal; *7* — tubul colector.

fibienilor şi Dipnoilor, la celelalte vertebrate el fiind lipsit de flageli (acest fapt este considerat de unii autori drept un argument în favoarea ipotezei originii amfibienilor din Dipnoi).

Nefronii aglomerulari prezintă în tot lungul lor numai două segmente diferenţiate: segmentul cu bordura în perie şi segmentul intermediar.

Scanned with OKEN Scanner

Unii Teleostei, așa cum este crapul, au nefronii formați din următoarele segmente (G. T. Dornescu, V. Șanta și U. Pollingher): un corpuscul al lui Malpighi, un gît cu flageli, un segment cu bordura în perie și un segment intermediar, prin care se deschid în canalele colectoare.

La unele vertebrate, așa cum sînt Elasmobranhii, Teleosteii de apă dulce, Amfibienii, corpusculii lui Malpighi sînt mari. Totodată, cantitatea filtratului din ei (urina primitivă) și a apei eliminate sînt mari. La Teleosteii marini, corpusculul lui Malpighi poate lipsi. La reptile și păsări, el este prezent dar de dimensiuni foarte mici, cantitatea de apă eliminată prin urină fiind și ea foarte mică. La mamifere, corpusculul lui Malpighi este normal, dar segmentul principal și cel subțire sînt foarte dezvoltate, realizîndu-se astfel o puternică resorbție la nivelul lor.

În tabelul 2 prezentăm o situație de ansamblu asupra variabilității structurii nefronilor la vertebrate.

Tabelul 2

Structura comparată a nefranilor la vertebrate

Părțile componente ale nefronului	Myxine	*Pteromyzon*	*Chondrichthyes*	Teleostei			Dipnoi	Amfibieni	Reptile	Păsări	Mamifere
				dulcicoii	marini						
					I	II					
Nefrostomul	—	—	±	—	—	—	—	±	—	—	—
Glomerulul	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+
Coletul (gîtul)	+	+	+	±	+	—	+	+	+	+	+
Segmentul încolăcit proximal (cu bordura în perie)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Segmentul subțire:											
a) drept	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	
b) curbat										+	+
Segmentul încolăcit distal:											
a) fără structuri specifice	—	+	+	+	—	—	+				
b) cu bastonașe								+	+	+	+

În afară de variabilitatea de ordin taxonomic a structurii nefronului (care exprimă de multe ori și anumite adaptări), unele vertebrate mai prezintă încă și o variabilitate de ordin sexual. Astfel, nefronii de la masculi din genul *Gasterosteus* secretă o substanță care ajută la facerea cuibului. La Lacertilienii masculi, primăvara și vara (la Ofidienii masculi în tot cursul anului), canalele colectoare sînt umflate, pereții

lor sînt constituiţi din celule înalte, pline de granulaţii de secreţie, în timp ce la femele aceeaşi porţiune din tubuşoarele urinare este subţire, iar celulele ei sînt încărcate cu mucus. Masculii ţinuţi la post sau castraţi prezintă acest segment desumflat, subţiat şi mucigen ca la femele. Injectarea hormonilor testiculari la indivizii castraţi face (după cercetările lui Forbes) ca nefronii să-şi recapete caracteristicile proprii sexului masculin.

VASCULARIZAREA RINICHILOR

Rinichii primesc sîngele arterial prin *arterele renale* perechi, ramificaţii ale aortei. Aceste artere sînt numeroase la peşti, numărul lor scăzînd la vertebratele terestre (5—7 perechi la broască, 3 la păsări, una la mamifere).

O dată pătrunsă în rinichi, fiecare arteră renală se divide dînd naştere la arteriole *aferente*, care dau capilare de tipul unor reţele admirabile, ce formează un glomerul care poate fi de tip extern sau de tip intern. Sîngele care a circulat în glomerul iese din acesta printr-o arteriolă *eferentă*. Aceasta din urmă dă o nouă reţea de capilare arteriale în jurul tubuşoarelor renale, care se continuă de data aceasta cu capilare venoase, colectate de venule ce se varsă în *venele renale eferente* sau *suprarenale*. Acestea se deschid la rîndul lor în cardinalele posterioare la ciclostomi şi peşti, şi în cava inferioară la tetrapode.

La peşti, batracieni şi într-o oarecare măsură şi la reptile, rinichii mai primesc şi un sînge venos, prin sistemul portrenal, care formează reţele de capilare venoase în jurul nefronilor. Sîngele venos care a circulat prin rinichi se varsă în aceleaşi vene eferente, iar apoi în aceleaşi vene principale în care se varsă şi sîngele adus prin sistemul arterial. Aşa cum am văzut cu ocazia studiului sistemului circulator, păsările nu au o adevărată circulaţie portrenală, deoarece vena portrenală care pătrunde în rinichi nu se mai capilarizează în interiorul acestora, continuîndu-se cu venele suprarenale (adică cu venele renale eferente). În ceea ce priveşte mamiferele, ele nu mai au vene portrenale.

EVOLUŢIA SISTEMULUI EXCRETOR LA VERTEBRATE

CICLOSTOMII

Rinichii formează la aceste vertebrate două benzi lungi, aşezate retroperitoneal de o parte şi de alta a aortei dorsale, fiind aplicate pe pereţii latero-dorsali ai cavităţii abdominale. Partea lor anterioară este

Scanned with OKEN Scanner

un *pronefros* transformat la adult într-un organ limfoid, iar partea mijlocie și posterioară este un *mezonefros*. De o parte și de alta a lor se află cîte un *canal al lui Wolff*. Cele două canale se reunesc în partea posterioară a corpului formînd un scurt canal nepereche, *sinusul urogenital*, care la *Petromyzontidae* se deschide printr-o papilă urogenitală într-o *depresiune clacală*, înapoia anusului. Sinusul urogenital prezintă doi pori, *porii genitali*, prin care comunică cu celomul. Myxinele au însă un cloac.

La Myx*inoidea*, partea anterioară a rinichilor este reprezentată printr-un pronefros (oferind o structură specială) și poartă denumirea de *rinichi cefalic* sau rinichi anterior.

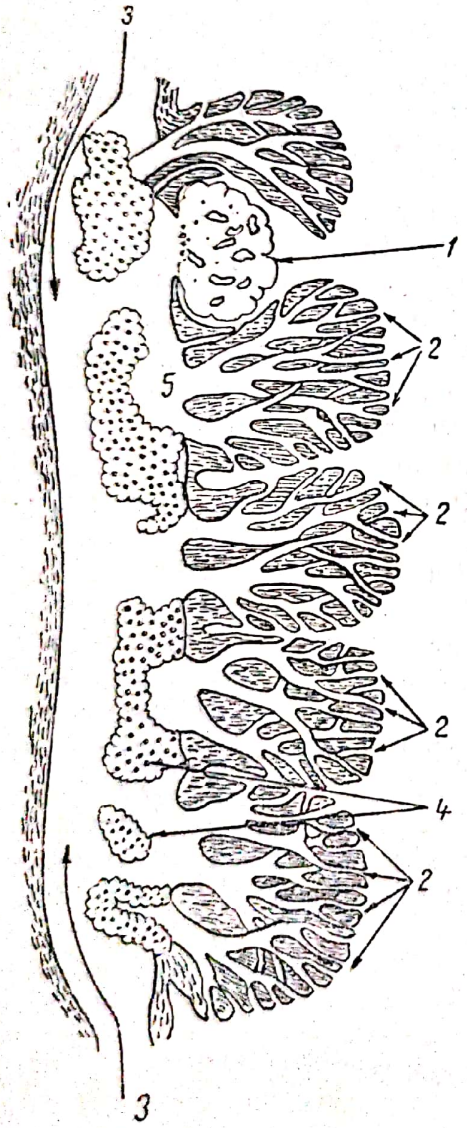


Fig. 155. Pronefrosul la *Bdellostoma stouti* (din Grassé):
1 — glomusul; *2* — nefrostomuri; *3* — vena cardinală; *4* — celulele atrofagocitare; *5* — ureterul primar.

La *Bdellostoma* (fig. 155), rinichiul cefalic are canalicule renale pronefrotice care comunică cu cavitatea pericardică. Canalul lor excretor care nu este decît partea anterioară și dilatată a canalului lui Wolff, ce a pierdut orice legătură cu partea sa posterioară la formele adulte, prezintă cîteva orificii de comunicare cu un diverticul al venei cardinale. Această venă comunică astfel prin canalul excretor și nefronii deschiși cu cavitatea pericardică. Cercetări asupra sensului curentului circulator în aceste formațiuni au demonstrat că acesta merge de la cavitatea pericardică spre vena pronefrosului.

În jurul canalului excretor se află așanumita „masă centrală" de țesut limfoid, înconjurată de un endoteliu și conținînd hemocitoblaste *(hemocitoblastele Holmgren)*.

Glomerulii externi ai pronefrosului se alipesc într-o singură masă glomerulară. Funcția acestui pronefros la adult nu este bine cunoscută. Se presupune că el a pierdut funcția excretoare, avînd în schimb un rol hematopoietic și hematolitic, precum și rolul de a conduce limfa din pericard spre sistemul venos.

În partea rinichiului imediat următoare pronefrosului nu se observă nefroni: ei sau n-au apărut în cursul dezvoltării sau au degenerat. Rinichiul mezonefrotic urmează puțin mai departe. El este format dintr-un număr destul de mare de nefroni glomerulari.

Scanned with OKEN Scanner

La *Petromyzontidae*, rinichiul anterior pronefrotic are o structură destul de asemănătoare cu aceea a Myxinidelor. Rinichiul posterior este tipic mezonefrotic.

PEȘTII

La *Chondrichthyes*, rinichiul excretor este reprezentat, la adult, mai ales prin *mezonefros* (opistonefros), pronefrosul fiind aproape în întregime regresat. Partea anterioară a rinichiului funcțional este îngustată, servind la masculi pentru trecerea spermei în canalul lui Wolff, jucînd astfel rolul unui epididim, canalul lui Wolff devenind un vas deferent. Partea mijlocie a mezonefrosului formează *glanda lui Leydig;* ea produce o secreție care contribuie la formarea spermatoforilor. În glanda lui Leydig, nefronii devin aglomerulari și secretori.

Partea posterioară a rinichiului este lărgită și funcționează ca organ excretor. Nefronii se deschid aici în cîteva canale evacuatoare, care se pot reuni într-un canal colector special, *canalul lui Leydig*, sau ureter secundar, care se varsă în partea distală extremă a canalului lui Wolff (fig. 156). Această dispoziție a canalelor evacuatoare ale urinei, în urma căreia are loc o separare a spermiductului de ureter, apropie structura rinichiului funcțional de la *Chondrichthyes* cu metanefrosul. Fiecare canal al lui Wolff se dilată la partea sa distală într-o *vezică seminală*. Cele două vezici perechi se reunesc și se deschid în *cloac*, printr-o papilă urogenitală (după ce în ele s-au deschis ureterele secundare).

Nefronii rinichilor de la *Chondrichthyes* sînt caracterizați printr-o lungime mare, prin glomeruli foarte voluminoși (300—600 μ), prin puternica dezvoltare a segmentului următor (cu flageli) care formează aici o ansă, prin circumvoluțiunile numeroase formate de segmentul cu bordură în perie. Prin ele se reab-

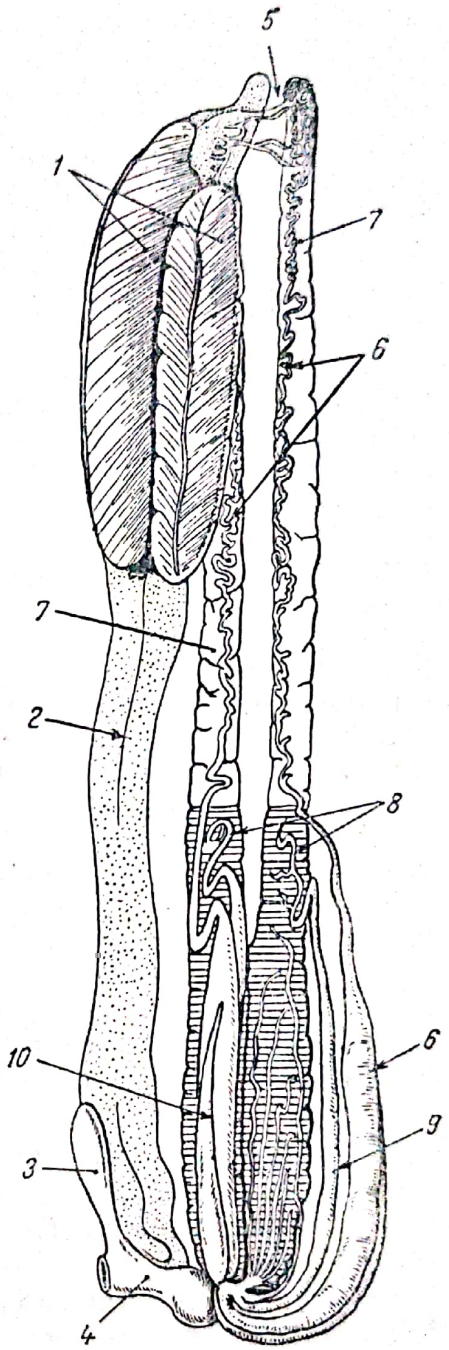


Fig. 156. Rinichii și testiculele la *Galeus* (selacian) (după I. Borcea din Ihle):
1 — testicul; *2* — organul epigonal; *3* — glanda digitiformă; *4* — rectumul; *5* — canalicule eferente; *6* — canalul lui Wolff; *7* — rinichiul genital; *8* — rinichiul excretor; *9* — ureterul secundar; *10* — canalul lui Müller (rudimentar).

soarbe majoritatea ureii filtrate în glomerul (70—99%), astfel încît în urina elasmobranchilor se găseşte o foarte mică cantitate din această substanţă, care, în schimb, se află în cantităţi ridicate în ţesuturi, în sînge şi în alte lichide din corp.

La unele specii, printre nefronii închişi se găsesc *nefrostomuri* care s-au despărţit de restul tubuşorului renal, deschizîndu-se într-o *pungă intrarenală*, mărginită de celule cu proprietăţi atrofagocitare puternice, puse în evidenţă de profesorul ieşean Ioan Borcea, ale cărui studii asupra structurii aparatului urinar şi genital de la Selacieni au rămas clasice.

Osteichthyes prezintă rinichi în care, la adult, pronefrosul a devenit un organ limfoid, pierzîndu-şi funcţia excretoare. Această funcţie este îndeplinită exclusiv de un *mezonefros* (sau opistonefros) ai cărui nefroni nu mai prezintă nefrostomuri (cu excepţia acipenseridelor şi a genului *Amia*). Nefronii părţii posterioare a fiecărui rinichi se deschid fie în canalul lui Wolff, fie într-un canal special, *ureterul secundar*. Acesta se formează prin înmugurirea canalului lui Wolff la formele cu rinichi caudal; acest rinichi se apropie prin aceasta de metanefros. Cele două canale excretoare se reunesc la partea lor posterioară, formînd o evaginare care joacă rolul unui rezervor comparabil din punct de vedere funcţional cu o veziculă urinară. Modul de deschidere spre exterior a ureterelor este destul de variabil la *Osteichthyes*. Astfel, unii dintre ei au cloac (Lophobranhi). La alţii, anusul şi sinusul urogenital se deschid fiecare aparte. În sfîrşit, la alte specii, deschiderea genitală şi urinară sînt separate între ele, existînd astfel trei deschideri: anală, genitală, urinară.

Din punctul de vedere al morfologiei externe, rinichiul poate fi format dintr-o singură masă sau din mai multe părţi separate. Acestea sînt: *rinichiul anterior*, cu structura limfoidă, care poate cuprinde nu numai pronefrosul, dar şi partea anterioară a mezonefrosului; *rinichiul troncal*, întotdeauna excretor, legat de ureterul primar; *rinichiul caudal* (nepereche), drenat de uretere secundare şi situat înapoia anusului.

În raport cu prezenţa sau absenţa părţilor citate, rinichii la Teleostei pot fi împărţiţi în patru categorii:

— *Tipul 1* sau *tipul Barbus fluviatilis*, constituit din rinichiul anterior limfoid+rinichiul troncal, ocupînd aproape tot lungul cavităţii generale.

— *Tipul 2* sau *tipul Cepola*, constituit din rinichiul anterior limfoid+rinichiul troncal scurt+rinichiul caudal.

— *Tipul 3* sau *tipul Anguilla*, constituit din rinichiul troncal+rinichiul caudal.

— *Tipul 4* sau *tipul Lophius*, constituit numai din rinichiul troncal.

Din punctul de vedere al structurii interne, Teleosteii prezintă o foarte mare variabilitate, atît în ceea ce priveşte tipul nefronilor cît şi în ceea ce priveşte vascularizarea.

Scanned with OKEN Scanner

Astfel, la peștii de apă dulce și la cei migratori, rinichii trebuie să contribuie la lupta contra hidratării excesive. Glomerulul bine dezvoltat asigură aici o filtrare intensă, segmentul proximal reabsoarbe sărurile, iar segmentul mijlociu participă și el la formarea unei urine foarte diluate.

Dimpotrivă, formele care trăiesc în mediul marin sînt adaptate la păstrarea apei și la eliminarea sărurilor (care aici sînt în exces), la care contribuie în mare parte și celulele acidofile din branhii. La formele marine, glomerulul este foarte mic, putînd chiar dispărea în unele cazuri, formîndu-se astfel *nefronul aglomerular* de la *Syngnathidae*. Este interesant de semnalat faptul că în rinicihii unor pești marini, așa cum este *Lophius*, pot coexista nefroni glomerulari și aglomerulari, iar unele exemplare aparținînd speciei *Myxocephalus scorpius* au nefroni glomerulari, în timp ce alții au nefroni aglomerulari.

Dipnoii au rinichii mezonefrotici, prezentînd forma a două benzi care fuzionează posterior. Canalele lui Wolff se unesc posterior, pentru a forma un sinus urinar ce se deschide în cloac. O veziculă urinară de origine cloacală se întinde înainte, deasupra rectumului. Partea anterioară a rinichiului servește la evacuarea spermei, canalele eferente ale testicululuí punîndu-se în legătură cu canaliculele urinare (care aici își păstrează glomerulii).

Crossopterygienii actuali *(Latimeria)* au rinichi masivi, situați în partea postcloacală a cavității abdominale și mai degrabă lipiți de planșeul ei decît de plafon. De la rinichi pleacă ureterele primare care se dilată dorsal, ca niște vezicule urinare, deschizîndu-se apoi într-un *sinus urogenital* care comunică cu cloacul. Rinichiul de la *Latimeria* nu contractă legături cu testicului. Nefronii săi au glomerule mari.

AMFIBIENII

Pronefrosul este foarte bine dezvoltat la larvele de amfibieni și funcționează pînă la metamorfoză. La adult, organul excretor este însă *mezonefrosul*.

La Urodele și *Gymnophioni*, rinichii au o formă alungită, partea lor anterioară, mai îngustă decît cea posterioară, servind ca la *Chondrichthyes* pentru evacuarea spermei. Partea lor posterioară este mai largă și reprezintă partea excretoare (fig. 157).

La unele forme, nefronii se pun în legătură cu ramificații speciale ale canalului lui Wolff, care au astfel valoarea unor uretere secundare care se deschid independent în cloac. Grație acestui fapt, la aceste Urodele, așa cum este de exemplu *Triturus* și *Cryptobranchus*, calea de evacuare a urinei și calea de evacuare a spermei sînt complet separate. Prin aceasta, mezonefrosul acestor animale se apropie de metanefrosul amniotelor. La alte Urodele însă, așa cum este de exemplu *Necturus*, canalul lui Wolff servește atît drept ureter cît și drept canal deferent, deoarece aici nu se formează uretere secundare.

Scanned with OKEN Scanner

La Anure, rinichii prezintă un aspect mai compact și nu oferă întotdeauna o diferențiere așa de clară într-o porțiune genitală și într-o porțiune urinară (fig. 158). La multe forme, așa cum este *Rana*, *Bombina*, partea anterioară a rinichiului servește la evacuarea spermei

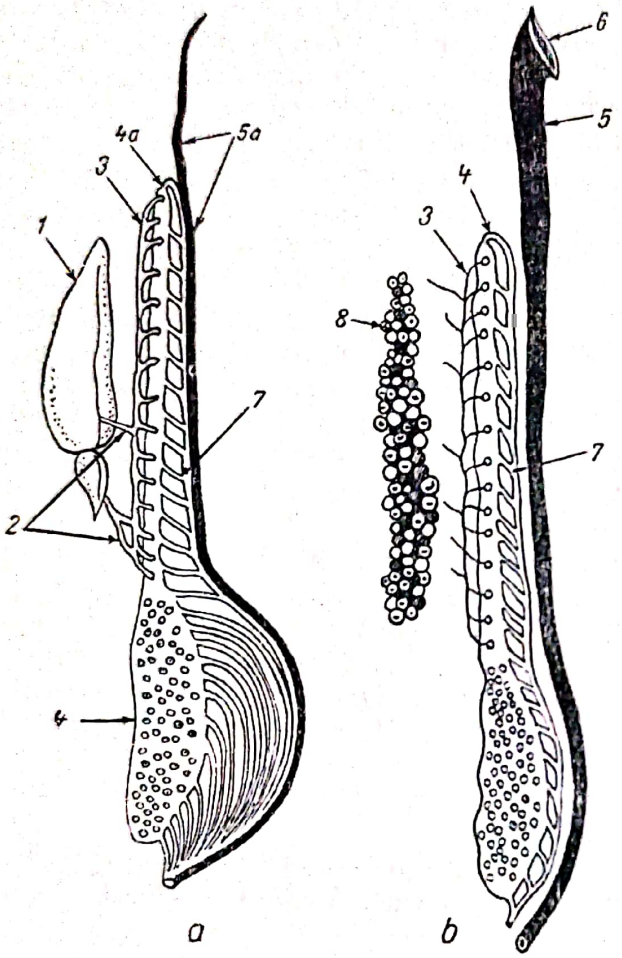


Fig. 157. Rinichiul la triton (din Ihle):
a — la mascul; *b* — la femelă:
1 — testicului; *2* — canalele eferente; *3* — canalul marginal al rinichiului; *4* — rinichiul; *4, a* — rinichiul genital; *5* — canalul lui Müller; *5, a* — canalul lui Müller rudimentar; *6* — trompa canalului lui Müller; *7* — canalul lui Wolff; *8* — ovarul.

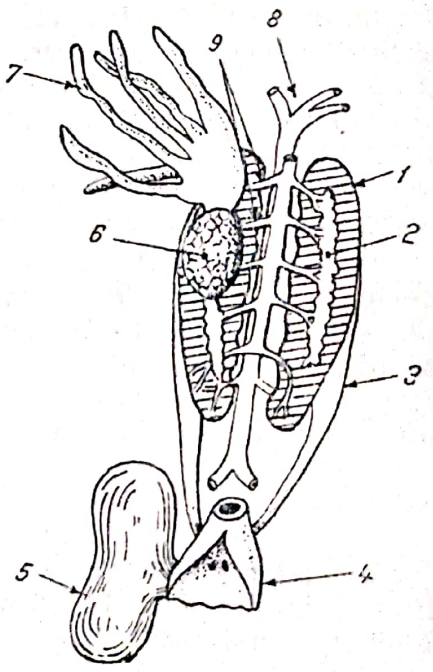


Fig. 158. Rinichiul la *Rana* (din Grassé):
1 — rinichiul; *2* — capsulele suprarenale; *3* — ureterul primar (canalul lui Wolff); *4* — cloacul; *5* — vezicula urinară; *6* — testicul; *7* — corpii grași; *8* — artera aortă; *9* — arterele renale.

și numai partea sa posterioară este excretoare. Canalul lui Wolff servește drept spermiduct cît și drept canal excretor. Așezat în interiorul rinichiului și de-a lungul marginii sale laterale, acest canal iese din rinichi la capătul posterior al acestuia și se deschide în cloac.

De pe peretele ventral al cloacului, în apropierea locului unde se deschid canalele lui Wolff se formează *vezicula urinară*, sub forma

unui diverticul bilobat, cu pereți subțiri. Cum nu există o legătură directă între aceste canale și veziculă, urina trece mai întîi în cloac, fiind abia apoi împinsă în acest rezervor foarte extensibil. Este posibil ca în timpul staționării urinei în veziculă să aibă loc o oarecare resorbție a apei prin pereții acesteia, mai ales la animalele expuse la o deshidratare puternică, așa cum este cazul la amfibienii care duc o viață predominant terestră.

La alte Anure însă, cum sînt *Discoglossus* și *Alytes*, sperma nu mai trece prin partea anterioară a rinichilor, care au un rol excretor în totalitatea lor, ci trece direct printr-un canal în canalul lui Wolff. care devine exclusiv un vas deferent, urina fiind evacuată printr-un ureter secundar, format prin înmugurirea părții posterioare a canalului lui Wolff, în care se varsă.

Nefronii amfibienilor sînt de două tipuri, ambele putîndu-se întîlni în același rinichi: *nefroni fără pîlnie* și *nefroni cu nefrostom*. La anurele faneroglose, nefrostomii se formează dintr-un blastem independent și stabilesc o legătură directă între celom și o ramificație a venei renale eferente, permițînd astfel intrarea lichidului celomic în circuitul sanguin și participarea sa la reglarea echilibrului osmotic în perioadele de viață terestră și de hibernare.

Glomerulii amfibienilor sînt mari, ca la peștii dulcicoli, realizînd o filtrare prea intensă a apei, ceea ce indică o adaptare încă destul de mediocră la viața terestră. Acest inconvenient este oarecum contrabalansat grație controlului hormonal, realizat de către hipofiză asupra filtrării glomerulare, precum și asupra permeabilității pielii.

REPTILELE

Ca la toate amniotele, rinichiul funcțional de la adult este aici un *metanefros*. Atît pronefrosul cît și mezonefrosul nu sînt decît organe tranzitorii, caracteristice stării embrionare. Trebuie să remarcăm totuși că la Lacertilieni, mezonefrosul funcționează ca organ excretor cîtva timp după ecloziune, fiind însă foarte repede și complet înlocuit, din punct de vedere funcțional, de metanefros. La masculi însă, partea anterioară a mezonefrosului (care reprezintă porțiunea genitală a acestuia) formează *epididimul* și servește împreună cu canalul lui Wolff (care pierde aici rolul său de conduct urinar, devenind exclusiv un canal deferent) la evacuarea spermei. În adevăr, am văzut deja că în decursul formării metanefrosului, un mugure desprins din canalul lui Wolff crește spre blastemul nefrogen, pe seama căruia se va forma rinichiul metanefrotic, dînd în cele din urmă un ureter propriu al acestuia, care este un ureter secundar (fig. 159).

Rinichii la reptile sînt așezați pe partea dorsală a regiunii posterioare a cavității generale, totdeauna retroperitoneal, putînd avea o formă alungită ca la Ofidieni, sau, dimpotrivă, mai mult sau mai puțin ovală, ca la Lacertilieni. Uneori, suprafața lor poate fi lobată (de exemplu , la șerpi și la șopîrle) (fig. 160).

Ureterul merge de-a lungul rinichiului dînd ramuri laterale dispuse pectinat (v. fig. 160), care colectează urina din nefroni. La partea sa distală el se deschide în cloac, fără a se fi reunit cu simetricul său. În cloac se deschide ventral (afară de șerpi și crocodili) o veziculă urinară. Ea este de cele mai multe ori formată pe seama părții pro-

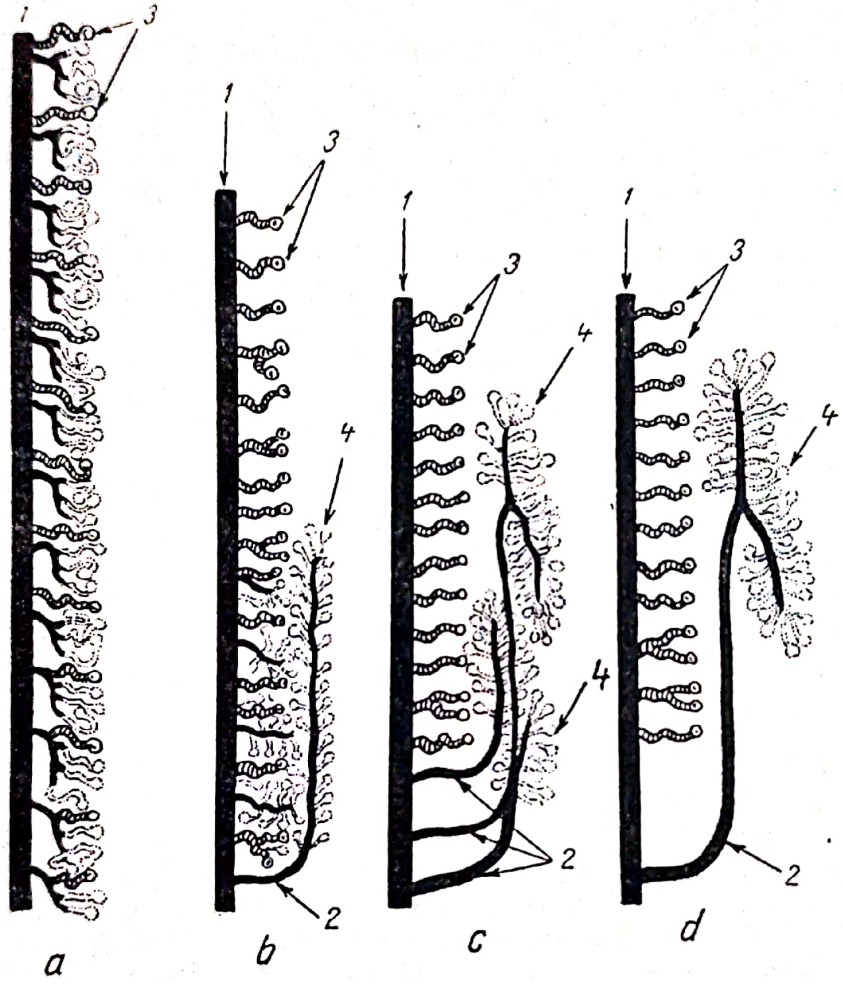


Fig. 159. Structura mezonefrosului și a metanefrosului în decursul embriogenezei (din I h l e):
a — la Gymnophioni; *b* — la păsări; *c* — la om; *d* — la iepure: *1* — canalul lui Wolff (ureterul primar); *2* — ureterul secundar; *3* — canaliculele renale mezonefrotice; *4* — canaliculele renale metanefrotice.

ximale a alantoidei (veziculă, alantoidiană, caracteristica amniotelor). În unele cazuri însă se poate observa existența și a unei vezicule rudimentare dorsale, formată pe seama evaginării pereților cloacului (veziculă cloacogenă de la unii Saurieni). La Chelonieni, vezicula urinară este formată parțial din baza alantoidei, parțial dintr-o evaginare a pereților cloacului.

Cloacul reptilelor este de cele mai multe ori subîmpărțit prin pereți necompleți într-un *coprodeum* (în care se deschide rectumul), un *urodeum* (în care se deschid conductele urinare și genitale), regiunea sa ectoblastică dînd *proctodeumul*. Această separare este destul de accentuată la Chelonieni și Crocodilieni.

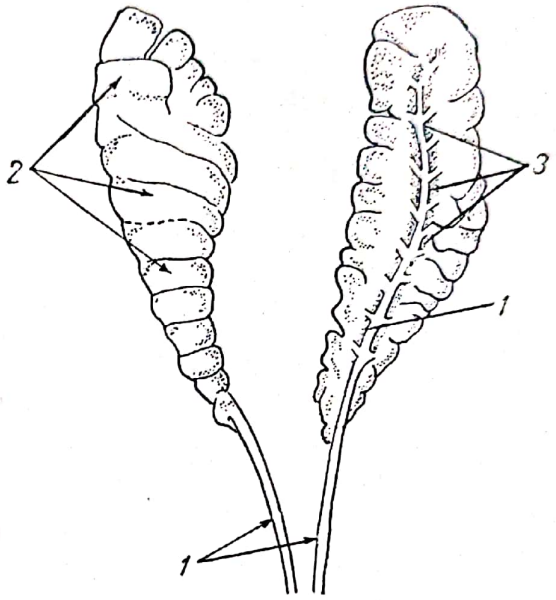


Fig. 160. Rinichii la *Lacerta:* cel stîng este secționat longitudinal, arătînd dispoziția pectinată a tubușoarelor colectoare (din Smalhausen):
1 — ureterul; *2* — lobii renali; *3* — tubușoarele colectoare.

Nefronii reptilelor se apropie mult din punct de vedere structural de aceia ai mamiferelor. Chiar și segmentul lor îngust formează o ansă comparabilă cu ansa lui Henle. Glomerulul lor este însă foarte mic, acest caracter constituind o adaptare la reținerea apei, filtrarea acesteia fiind limitată (ca și la pești marini), fără însă ca glomerulul să poată dispărea așa cum aceasta se întîmplă la unii pești marini. O altă formă de adaptare la economisirea apei din organism este exprimată prin eliminarea produselor — deșeu al metabolismului proteic sub forma de acid uric, care, fiind puțin solubil, poate fi eliminat sub forma unei paste de mici cristale.

PĂSĂRILE

Rinichii păsărilor (metanefros, ca la toate amniotele) sînt formațiuni masive și de obicei formate din 3 lobi (fig. 161). Ureterele se deschid în *cloac,* care, spre deosebire de reptile, nu are o veziculă urinară (afară de struț). Aceasta din urmă poate însă uneori apărea ca o formațiune tranzitorie, în decursul embriogenezei.

Ca și la reptile, partea anterioară a mezonefrosului embrionar contractă legături cu testiculul corespunzător, servind la evacuarea spermei pînă la canalul lui Wolff, devenit și aici în mod exclusiv un spermiduct (v. fig. 159).

Structura şi particularităţile nefronilor sînt aceleaşi ca la reptile. Şi la păsări se schiţează o ansă a lui Henle în segmentul îngust al nefronului, iar glomerulii lor sînt cei mai mici din toată seria vertebratelor, ceea ce corespunde cu o redusă filtrare a apei. Deşeurile metabolismului proteic se elimină şi aici sub formă de acid uric.

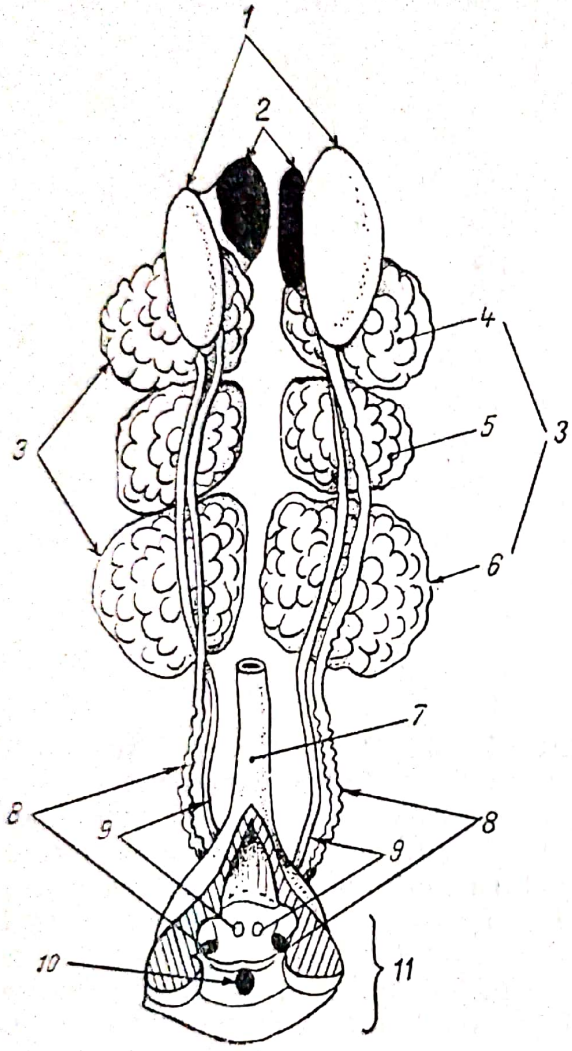


Fig. 161. Rinichii la păsări (din Ihle): *1* — testicului; *2* — capsulele suprarenale; *3* — rinichiul; *4, 5, 6* — lobii rinichiului; *7* — rectumul; *8* — canalul deferent şi orificiul său; *9* — ureterul secundar şi orificiul său; *10* — orificiul pungii lui Fabricius; *11* — cloacul.

MAMIFERELE

Pronefrosul şi mezonefrosul nu sînt decît organe embrionare şi tranzitorii. Primul este rudimentar, chiar şi la embrion, în timp ce cel de-al doilea poate fi funcţional chiar la indivizii tineri de la Monotreme si de la Marsupiale. Ele regresează pe măsură ce se formează rinichii metanefrotici, din metanefros, nerămînînd decît partea sa genitală care, împreună cu canalul lui Wolff (devenit canal deferent), va asigura evacuarea spermei.

Rinichii definitivi, metanefrotici, sînt aici organe masive, prezentînd o formă tipică, de „bob de fasole". Ei sînt aşezaţi dorsal şi retroperitoneal, în regiunea lombară a cavităţii abdominale, puţin mai cranial decît la reptile şi păsări. Ureterul iese din fiecare rinichi prin partea sa medială, concavă, denumită *hil* sau „poarta rinichiului", deoarece tot aici intră artera şi iese vena renală.

Embriogeneza rinichiului definitiv (metanefrotic) la mamifere se caracterizează printr-o dezvoltare particulară a ureterului. Format, la fel ca la toate amniotele, prin înmugurirea porţiunii distale a canalului lui Wolff, ureterul creşte spre blastemul metanefrogen în care pătrunde, dilatîndu-se în interiorul acestuia pentru a forma *bazinetul* (fig. 162). Acesta dă expansiuni spre ţesutul renal, formînd *caliciile majore* care emit *tuburile colectoare ale lui Bellini* ce intră în legătură cu nefronii prin piesele intermediare (de unire). Fiecare piesă de unire înmugureşte, dînd naştere la noi generaţii de tuburi ale lui Bellini. În decur-

Scanned with OKEN Scanner

sul embriogenezei, tuburile lui Bellini din primele generații dau naștere, printr-un proces morfogenetic încă neclarificat, la *caliciile minore* (fig. 162, *c*). În fundul acestora se deschid tuburile lui Bellini din generații mai noi (denumite *tuburi papilare*), pe papile urinare.

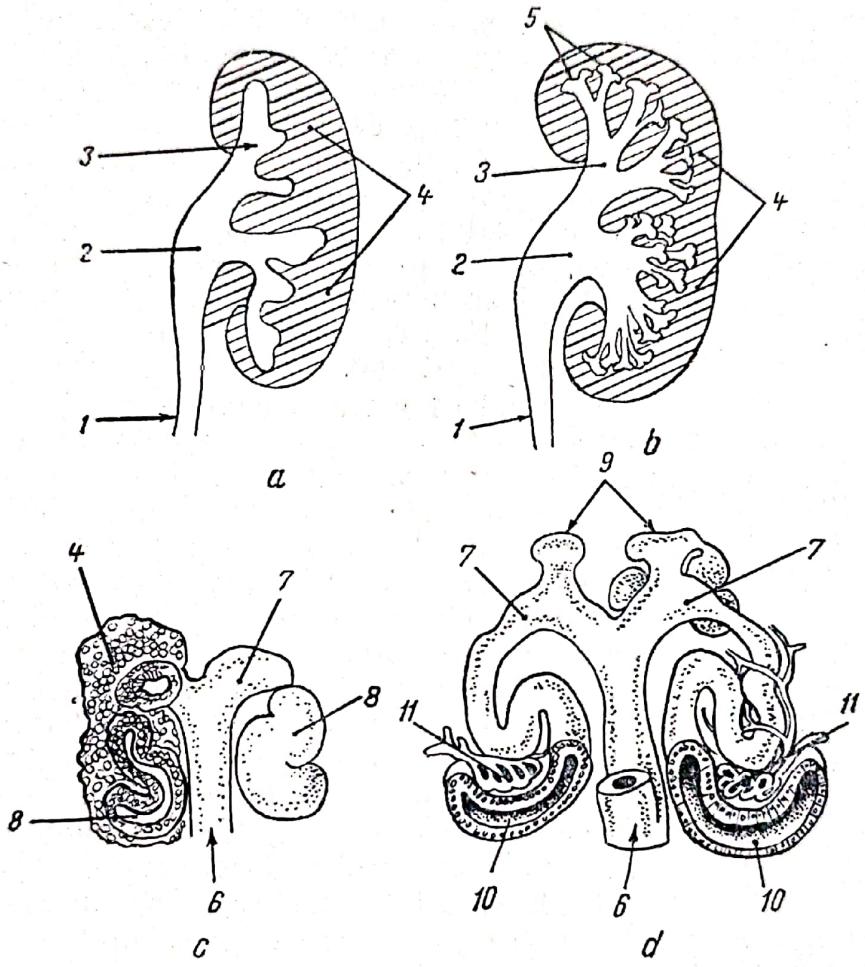


Fig. 162. Formarea bazinetului și a caliciilor (din Grassé și Devillers):

a — formarea bazinetului și a caliciilor mari; *b* — formarea caliciilor mici; *c* — formarea tuburilor lui Bellini din prima generație și a pieselor de unire; *d* — formarea tuburilor lui Bellini din generația a doua, racordarea pieselor de unire cu nefronii și formarea capsulelor lui Sumleanski-Bowman, în urma pătrunderii glomerulului vascular:
1 — ureterul secundar; *2* — bazinetul; *3* — caliciul major; *4* — blastemul nefrogen; *5* — caliciul minor; *6* — tubul colector al lui Bellini din generația întîi; *7* — piesa de unire; *8* — schița nefronului; *9* — tubul lui Bellini din generația a doua; *10* — capsula lui Sumleanski-Bowman; *11* — glomerului vascular.

Nefronii mamiferelor au o structură apropiată de aceea a Sauropsidelor, prezentînd totuși unele diferențe (fig. 163). Astfel, glomerulul lui Malpighi (și deci și capsula lui Șumlianski-Bowman) este voluminos.

Ansa lui Henle care se schiţează deja la reptile şi păsări îşi găseşte aici deplina sa dezvoltare. Ea se formează din segmentul îngust (gracil), din porţiunea dreaptă a segmentului precedent (conturnat proximal), precum şi din porţiunea dreaptă a segmentului următor (conturnat distal). Dacă filtrarea urinei primare la nivelul glomerului este foarte activă, atît graţie mărimii acestuia cît şi presiunii sanguine ridicate, reabsorbţia intensă a apei şi a unor săruri la nivelul ansei lui Henle are drept efect formarea unei urine definitive, hipertonice faţă de mediul intern.

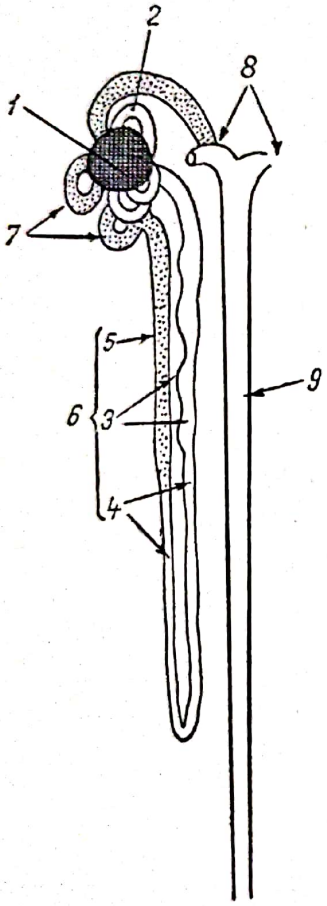


Fig. 163. Structura nefronului la om şi mamifere (schemă din Policard):

1 — corpusculul lui Malpighi; *2* — segmentul principal, porţiunea contortă; *3* — segmentul principal, porţiunea dreaptă; *4* — segmentul îngust (subţire); *5* — segmentul intermediar, porţiunea dreaptă; *6* — ansa lui Henle; *7* — segmentul intermediar, porţiunea contortă; *8* — piesa de legătură; *9* — tubul colector.

Numărul glomerulilor este foarte mare în rinichiul mamiferelor, în comparaţie cu numărul lor la celelalte vertebrate. Astfel, în ambii rinichi, omul are circa 2 milioane de glomeruli, bovinele au 8 milioane, pisica 460 000, şoarecele 10 000, în timp ce broasca nu are decît 2 000, iar tritonul numai 400.

Dat fiind că nefronii prezintă o aşezare sistematic-orientată, se pot bine distinge în rinichii mamiferelor (fig. 164) două zone: cea *corticală*, externă, în care se află aşezaţi în special corpusculii lui Malpighi şi segmentele încolăcite, şi cea *medulară*, internă, ocupată în special de ansele lui Henle, precum şi de canalele colectoare, ceea ce îi dă un aspect striat. De asemenea, pentru rinichii de la mamifere este foarte caracteristică aşezarea „în evantai" (fig. 165) a tubuşoarelor colectoare (ale lui Bellini), spre deosebire de aşezarea lor pectinată de la celelalte amniote (reptile şi păsări). Tuburile colectoare se aşază în grupe, fiecare din acestea deschizîndu-se printr-un singur orificiu, situat pe o papilă care proeminează în bazinet. Fiecare grup de tubuşoare colectoare formează o piramidă denumită *piramida lui Malpighi*, care aparţine zonei medulare. Substanţa corticală pătrunde printre aceste piramide, formînd *coloanele lui Bertin*, ceea ce contribuie la o mai bună delimitare a lor. La rîndul ei, substanţa medulară dă prelungiri în substanţa corticală, formînd mici piramide aşezate cu vîrful spre suprafaţa rinichiului, numite *piramidele lui Ferrein*.

Mamiferele prezintă cîteva tipuri structurale ale rinichilor:

1. La unele dintre ele, întregul rinichi este format dintr-o singură piramidă, cu o singură

papilă (fig. 166, *a*). Un astfel de rinichi aparţine tipului masiv simplu, *unilobat* sau *unipiramidal*. Îl întîlnim la Monotreme, Marsupiale mici, unele insectivore, unele rozătoare, unele carnivore (ca pisica, rîsul), unele primate.

2. La alte mamifere (de exemplu, cîinele, tigrul, dihorul, dintre carnivore, oaia, dintre rumegătoare), tuburile colectoare se deschid în lungul unei creste proeminînd în bazinet, care poate fi socotită drept o papilă unică liniară. Este un *rinichi masiv* cu o singură papilă în formă de creastă (fig. 166, *b*).

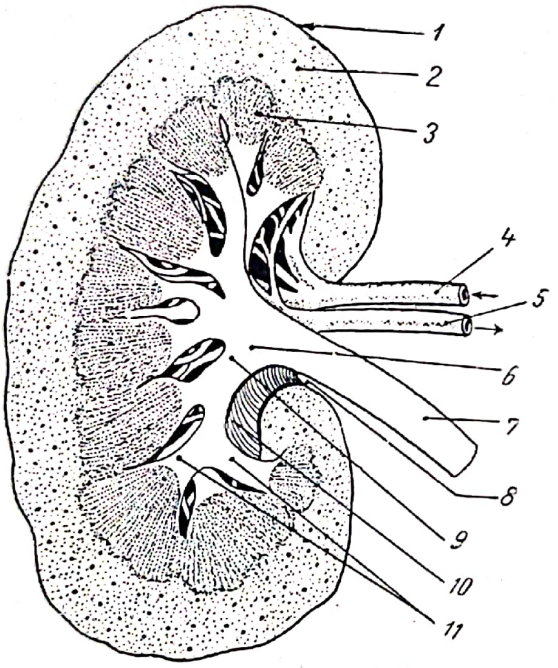


Fig. 164. Secţiune sagitală prin rinichiul de la mamifere (schemă din Weichert):
1 — capsula renală; *2* — zona corticală; *3* — piramidă a lui Malpighi; *4* — artera renală; *5* — vena renală; *6* — bazinetul; *7* — ureterul; *8* — hilul rinichiului; *9* — caliciu mare (major); *10* — sinusul renal; *11* — caliciu mic (minor).

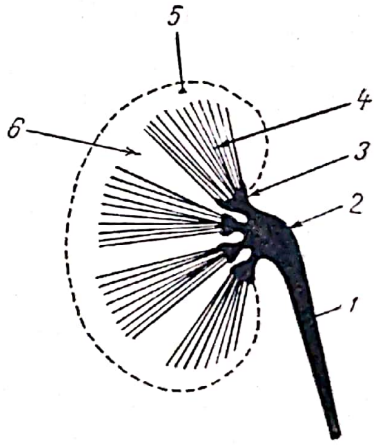


Fig. 165. Schema structurii rinichiului la mamifere, arătînd dispoziţia în evantai a tubuşoarelor colectoare (din Smalhausen):
1 — ureterul; *2* — bazinetul; *3* — papilele renale; *4* — piramidele lui Malpighi; *5* — partea corticală; *6* — coloanele lui Bertin.

3. În alte cazuri, rinichiul are tot atîtea papile cîte piramide. Fiecare piramidă, împreună cu papila sa şi cu caliciul său major alcătuiesc un lob. Lobarea internă nu corespunde însă şi cu o lobare externă, lobii fiind fuzionaţi prin substanţa corticală. Un astfel de rinichi este *compus* sau *multilobat*, dar compact şi cu lobii fuzionaţi (fig. 166, *c*). Îl întîlnim, de exemplu, la porc şi la om (cu toate că în decursul dezvoltării sale embrionare rinichiul uman prezintă şi o lobare externă, care ulterior dispare).

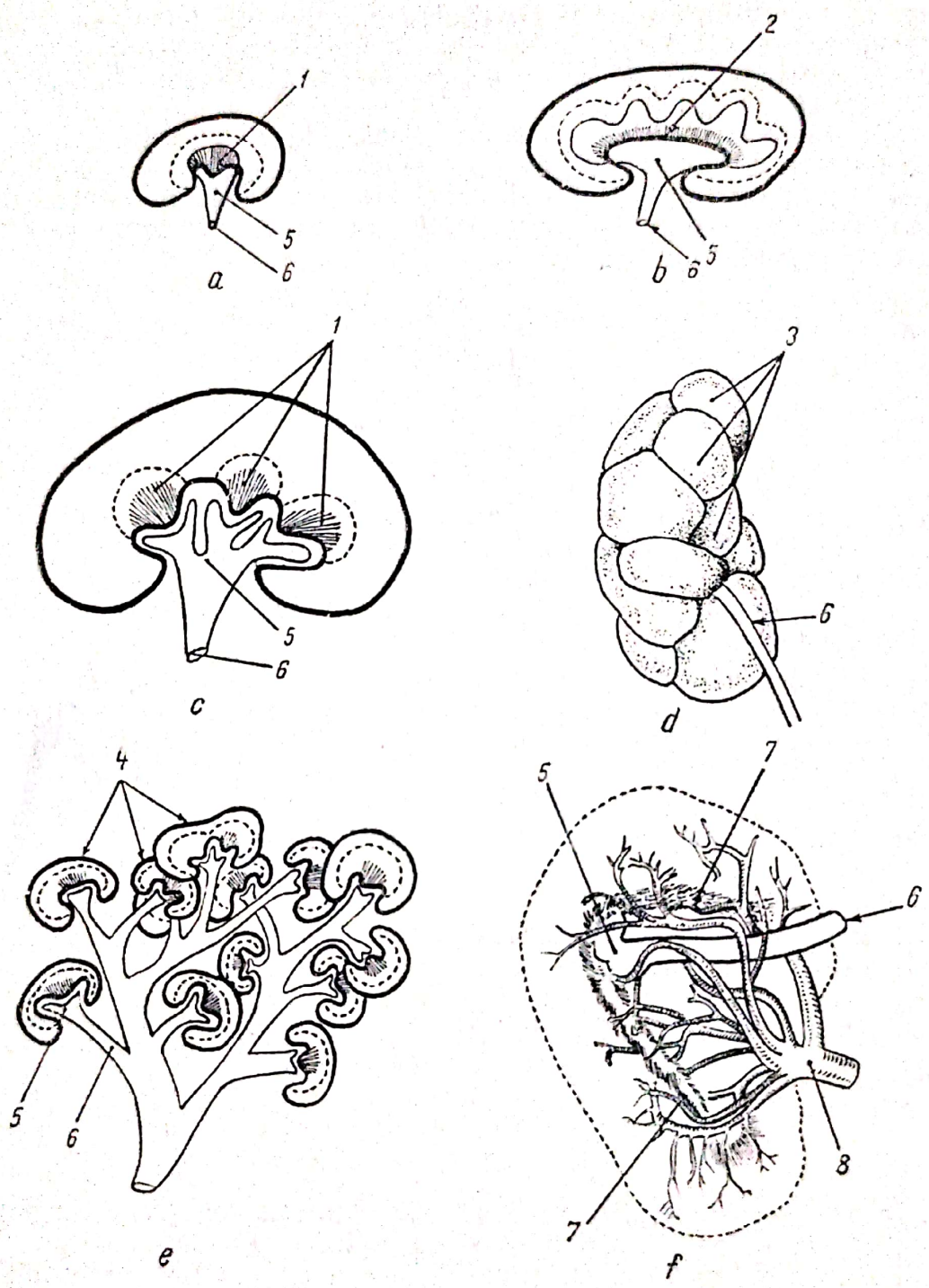


Fig. 166. Diferite forme de rinichi la mamifere:
a — rinichiul simplu; *b* — rinichiul cu creastă papilară; *c* — rinichiul compus, dar fără lobare externă; *d* — rinichiul compus şi lobat la exterior; *e* — rinichiul în formă de grapă; *f* — rinichiul cu recesus.
(*a*, *b*, *c* şi *e* — din Ihle; *d* — din Smalhausen; *f* — din Grassé):
1 — piramida lui Malpighi cu papila renală; *2* — creasta papilară; *3* — lobi externi; *4* — rinichi simpli; *5* — bazinet; *6* — ureter; *7* — recesusul; *8* — artera renală.

Scanned with OKEN Scanner

4. La multe rumegătoare (ca, de exemplu, vaca, căprioara), lobarea internă a rinichiului masiv și compus corespunde la o lobare externă, lobii fiind fuzionați între ei numai prin substanța medulară. Un astfel de rinichi masiv și compus poartă denumirea de rinichi cu *lobulație externă* (fig. 166, *d*).

5. Dacă lobarea se accentuează în așa măsură încît lobii se separă complet unii de ceilalți, iar ureterul se ramifică la fiecare lob, se formează așa-zișii *rinichi compuși de tip lax*, care prezintă o formă caracteristică de ciorchine, de unde și numele de „rinichi în grapă". Fiecare lob izolat poartă numele de *renicul*. Astfel de rinichi se întîlnesc la urs, la unele cetacee, ca de exemplu la cașalot *(Physiter)* (fig. 166, *e*).

6. În sfîrșit, ultimul tip de rinichi este tot masiv, nelobat la exterior, la care bazinetul formează două canale sau recesusuri, dintre care unul este îndreptat cranial, iar altul caudal. Tuburile colectoare se deschid în aceste canale și în bazinet, fără a forma papile. Un astfel de rinichi poartă numele de *rinichi masiv cu recesusuri* și-l întîlnim, de exemplu, la elefant, la cal (fig. 166, *f*).

Canalele excretoare ale urinei, așa cum am văzut deja mai sus, nu mai sînt canalele lui Wolff, ci uretere înmugurite de pe acesta. Ele se deschid, la Monotreme, într-un cloac lung, de origine ectoblastică (format aici din proctodeum), porii lor fiind așezați mai medial și mai caudal față de orificiile genitale. La celelalte mamifere (Metatherieni și Eutherieni), cloacul se divide în timpul embriogenezei într-o porțiune rectală dorsală și un sinus urogenital ventral. Din sinusul urogenital pleacă și pediculul alantoidian. În acest sinus se deschid canalele lui Wolff și ureterele. Segmentul proximal al pediculului alantoidian va da naștere, dilatîndu-se, la o vezică urinară. Ca urmare a unor modificări embriologice de ordin morfogenetic (insuficient de bine clarificate), o parte din sinusul urogenital precum și rădăcinile canalelor lui Wolff, pînă la ramificarea ureterelor, vor fi încorporate la această vezică urinară. Ureterele se vor deschide astfel separat de canalele lui Wolff, primele în vezica urinară, celelalte în sinusul urogenital. Ulterior, o porțiune din vezicală se alungește pentru a forma uretra, care se deschide în sinusul urogenital. Acesta din urmă mai primește încă și deschiderea canalelor genitale femele sau mascule. La aceștia din urmă, sinusul se alungește mult, formînd *uretra pelviană*.

SISTEMUL EXCRETOR LA OM

(Organa urinalia)

Sistemul excretor la om, ca și la celelalte mamifere, corespunde unui *metanefros*, fiind constituit dintr-un organ esențial, **rinichiul**, care elaborează urina, și dintr-un sistem de **conducte excretoare**, care asigură eliminarea acesteia (fig. 167).

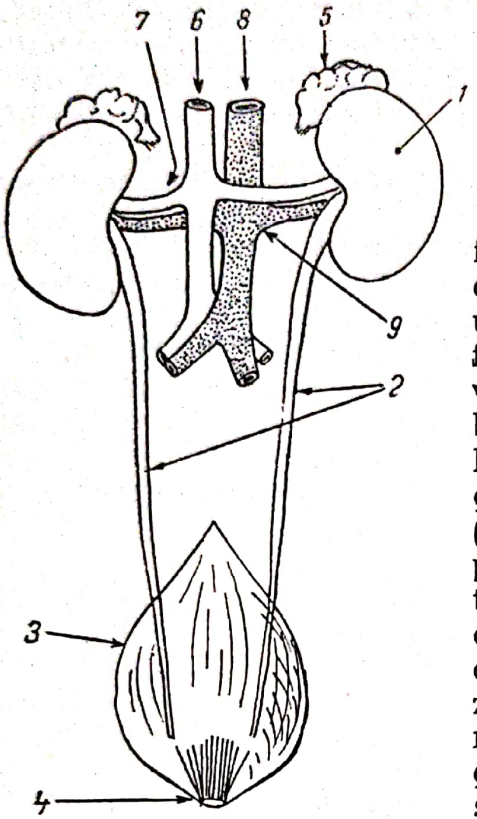


Fig. 167. Schema sistemului excretor la om:
1 — rinichiul; *2* — ureterul; *3* — vezica urinară; *4* — colul vezical; *5* — capsula suprarenală; *6* — aorta; *7* — artera renală; *8* — vena cavă inferioară; *9* — vena renală.

RINICHIUL

(*Renes*)

Rinichiul este un organ pereche, de formă specifică, asemănătoare unei boabe de fasole, situat retroperitoneal în regiunea dorsolombară, într-o lojă specială fibro-adipoasă, la nivelul ultimelor două vertebre dorsale și primelor trei lombare. Lungimea sa este de 10—12 cm, iar lățimea de 5—6 cm, avînd în medie o greutate de 170 g. Prezintă două fețe (anterioară și posterioară), doi poli (superior și inferior) și două margini (externă și internă). Fața posterioară vine în contact cu pereții lojei, iar cea anterioară cu peritoneul. Marginea internă prezintă în centrul său o regiune adîncită numită *hil* prin care pătrund vasele sanguine, nervii și ureterul. Vasele sanguine și nervii contribuie la fixarea rinichiului, constituind ceea ce se numește *pedicul* rinichiului.

Structura rinichiului. La exterior, rinichiul este acoperit cu o tunică fibroasă, capsula rinichiului, care pătrunde prin hil și căptușește *sinusul renal.* În sinus se găsește bazinetul și caliciile renale, artere și vene renale, nervi, înconjurate toate de țesut gras. Între capsula renală și sinus se află țesutul renal, format dintr-un țesut propriu, compus din tubii uriniferi și dintr-un țesut conjunctiv, interstițial, care constituie stroma conjunctivă a organului.

Dacă facem o secțiune longitudinală prin rinichi și o privim cu ochiul liber se disting două zone: o zonă periferică cu aspect granular de culoare gălbuie, incluzînd puncte roșii, numită **zona corticală** *(substantia corticalis),* și o zonă centrală cu aspect fibrilar, de culoare roșie- zona medulară *(substantia medularis),* **zona medulară** ispusă în jurul unei porțiuni numită *sinus,* care cuprinde bazinetul și caliciile (fig. 168).

Un studiu microscopic arată că atît zona corticală cît și cea medulară sînt constituite dintr-un mare număr de *tubușoare renale (tubuli renales),* distincția dintre aceste două zone fiind determinată de configurația diferită a segmentelor acestor tubușoare care intră în componența uneia sau celeilalte dintre zone.

Zona medulară este formată dintr-un număr de conuri triunghiulare cu aspect fibrilar, orientate cu baza spre exterior și vîrful spre bazinet, denumite *piramidele lui Malpighi (pyramides renales).* Vîrful fiecărei piramide numit *papilă (papila renalis)* prezintă un număr variabil de orificii — *pori urinari (foramina papilarum),* reprezentînd deschide-

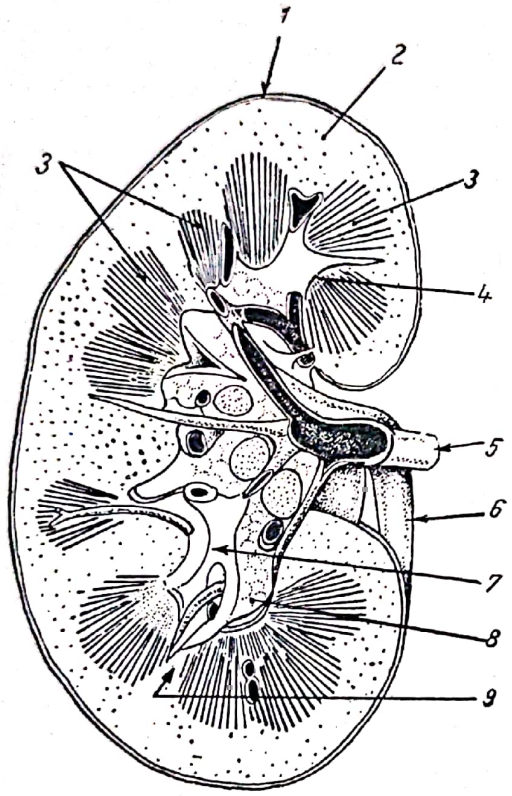


Fig. 168. Secțiune longitudinală prin rinichiul de la om (din Drăgoiu):
1 — capsula; *2* — substanța corticală; *3* — piramida lui Malpighi; *4* — papila renală; *5* — artera renală; *6* — ureterul; *7* — caliciu renal; *8* — țesutul adipos din sinusul renal; *9* — coloana lui Bertin.

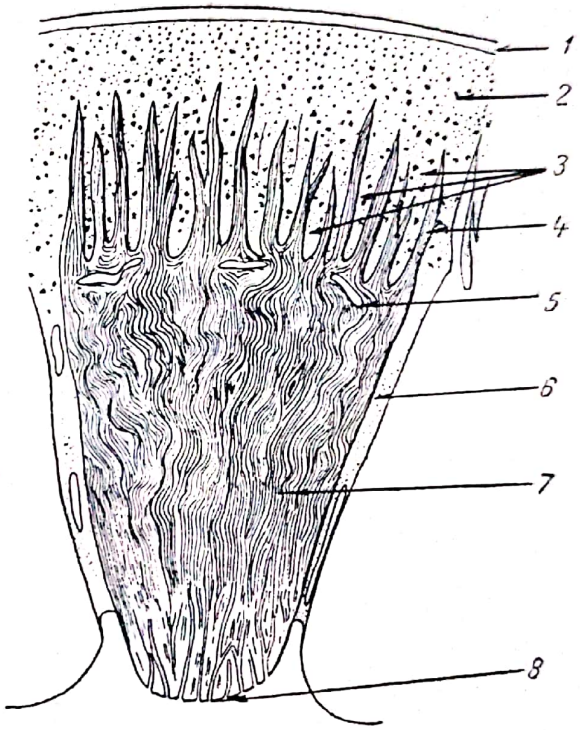


Fig. 169. Secțiune longitudinală într-o piramidă a lui Malpighi cu substanța corticală corespunzătoare (din Drăgoiu):
1 — capsula; *2* — cortexul; *3* — labirintul; *4* — piramida lui Ferrein; *5* — vas sanguin; *6* — coloana lui Bertin; *7* — piramida lui Malpighi; *8* — papila renală.

rile canalelor colectoare ale urinei (tuburile urinifere ale lui Bellini) în niște formațiuni ale bazinetului numite calicii. Totalitatea porilor urinari constituie *aria ciuruită (area cribrosa).*

Piramidele lui Malpighi sînt separate între ele de benzi înguste de substanță cu aspect granular, denumite *coloanele lui Bertin,* care reprezintă insinuarea în zona medulară a substanței corticale.

Zona corticală își datorează acest aspect granular unor formațiuni speciale ale tubușoarelor renale: *corpusculii lui Malpighi.*

La nivelul zonei corticale, în continuarea piramidelor lui Malpighi, se află niște formațiuni conice, cu aspect fibrilar, numite *piramidele*

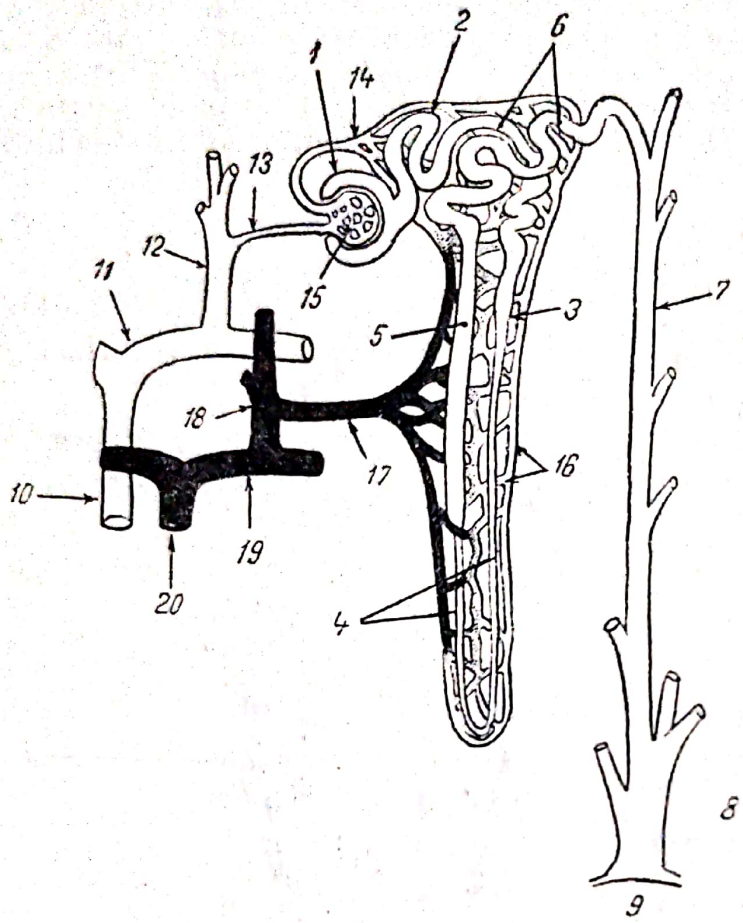


Fig. 170. Schema unui nefron şi a circulaţiei respective (din Grassé):
1 — capsula lui Sumleanski-Bowman; *2* — segmentul principal, partea încolăcită; *3* — segmentul principal, partea dreaptă; *4* — segmentul subţire; *5* — segmentul intermediar, partea dreaptă; *6* — segmentul intermediar, partea încolăcită; *7* — tubul colector al lui Bellini; *8* — papila; *9* — basinet; *10* — artera interlobară; *11* — artera în arcadă; *12* — artera interlobulară; *13* — arteriola aferentă; *14* — arteriola eferentă; *15* — glomerulul; *16* — capilare; *17* — venula; *18* — vena interlobulară; *19* — vena în arcadă; *20* — vena interlobară.

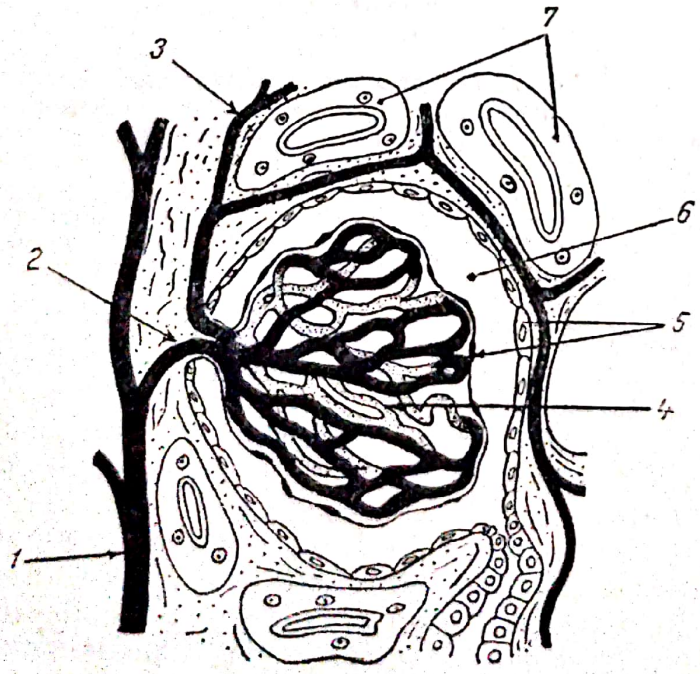


Fig. 171. Corpusculul lui Malpighi la om (din Drăgoiu):
1 — arteră interlobulară; *2* — arteriolă aferentă; *3* — arteriolă eferentă; *4* — reţeaua capilară de tip „admirabil" formînd glomerulul lui Malpighi; *5* — epitelul capsulei Sumleanski-Bouman; *6* — cavilei; *7* — secţiuni prin tubul încolăcit.

lui Ferrein, al căror vîrf este îndreptat spre capsula conjunctivă, fără însă să ajungă pînă la aceasta. Spaţiul cuprins între 2 piramide Ferrein se numeşte *labirint* (fig. 169).

O piramidă a lui Malpighi împreună cu piramidele lui Ferrein, care depind de ea, şi cu substanţa corticală corespunzătoare, sînt considerate un *lob renal*. În teritoriul substanţei corticale, fiecare lob renal este considerat a fi format din *lobuli renali*, care corespund piramidelor lui Ferrein cu substanţa corespunzătoare. La adult, separarea dintre lobi este marcată doar de vase sanguine; cea dintre lobuli însă nu este indicată de nici o formaţiune morfologică. În timpul vieţii fetale însă, structura lobară a rinichiului este marcată prin şanţuri vizibile pe suprafaţa sa. Acestea dispar însă cîtva timp după naştere.

Elementul fundamental al lobului este *tubuşorul renal*. Întregul rinichi este constituit dintr-un număr foarte mare de asemenea tubuşoare renale (2—3 milioane pentru ambii rinichi), între care se găseşte un ţesut conjunctiv interstiţial. Lungimea tuturor tubuşoarelor urinare adunate la un loc este aproximativ de 60—120 km, iar suprafaţa lor internă este de 30—40 m^2.

Tubuşorul renal sau nefronul reprezintă unitatea histologică şi fiziologică a rinichiului. Fiecare nefron este lung de 3—4 cm, avînd o lărgime de aproximativ 0,02 cm. El este alcătuit din două elemente principale: *corpusculul lui Malpighi* şi *tubul urinifer* cu segmentele sale (fig. 170), care la capătul său distal intră în legătură cu tubul colector (al lui Bellini) format din bazinet.

Corpusculul lui Malpighi (fig. 171) este format dintr-o capsulă în formă de cupă, denumită *capsula lui Şumlianski-Bowman*, care cuprinde o reţea capilară de tipul reţelelor admirabile, denumită *glomerulul lui Malpighi*. Capsula prezintă doi poli: un pol vascular pe unde intră vasul aferent şi iese cel eferent şi un pol urinar de unde pleacă *tubul conturnat* (contort). Capsula este formată dintr-o foiţă internă, viscerală, aderentă de suprafaţa glomerulului, şi o foiţă externă parietală. Aceste foiţe delimitează cavitatea corpusculului, care se continuă cu lumenul tubului conturnat (încolăcit). Pereţii capsulei sînt constituiţi dintr-o vitroasă colagenă, acoperită pe partea externă de fibre conjunctive, iar pe cea internă de un epiteliu. La nivelul glomerulului, epiteliul foiţei viscerale devine o lamă sinciţială subţire, ale cărei nuclei se diseminează în ansele capilarelor sanguine. Epiteliul foiţei parietale în regiunea polului vascular este format din celule plate, endoteliforme, care la nivelul polului urinar devin cubice şi se continuă cu epiteliul tubului conturnat (contort) proximal.

La nivelul corpusculului lui Malpighi are loc filtrarea lichidului din capilarele glomerulului, formîndu-se astfel un filtrat glomerular sau „urina primitivă".

Tubul conturnat proximal sau *segmentul principal* prezintă o porţiune răsucită în jurul capsulei şi o porţiune relativ dreaptă numită *piesă terminală*. Peretele său este constituit dintr-o membrană bazală

Scanned with OKEN Scanner

și un epiteliu ale cărui celule prezintă unele caracteristici speciale (fig. 172). La nivelul polului lor apical se întîlnește o diferențiere caracteristică, denumită „margine (bordură) în perie", formată dintr-o pătură de citoplasmă străbătută de striuri luminoase și întunecate, perpendiculară pe suprafața celulei. Observații făcute la microscopul

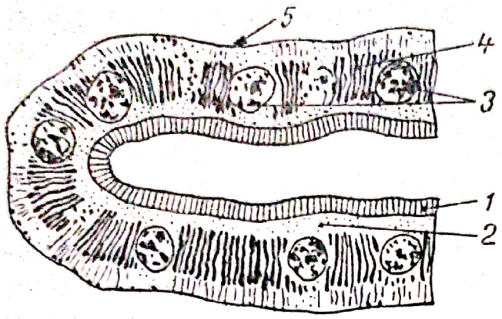


Fig. 172. Secțiune transversală prin tubul încolăcit (partea încolăcită a segmentului principal) (din Stöhr):
1 — cuticula cu platou striat; *2* — citoplasma supranucleară; *3* — nuclei; *4* — bastonașele; *5* — membrană proprie.

electronic au arătat că „marginea în perie" este formată în realitate din microvilozități. Condriomul acestor celule este puternic dezvoltat sub forma unor condrioconte, denumite *bastonașele lui Heidenhain.*

Porțiunea următoare este *segmentul subțire*, al cărui epiteliu este format din celule foarte joase, fără bastonașe și fără cuticulă.

Segmentul intermediar (al lui Schweiger-Seidel) care îi urmează are o parte dreaptă și una încolăcită, care se alipește printr-o anumită porțiune a sa de capsulă. Peretele său are un epiteliu unistratificat, fără cuticulă, dar celulele prezintă bastonașe bazale.

Partea dreaptă a segmentului principal, segmentul subțire și partea dreaptă a segmentului intermediar formează la un loc *ansa lui Henle*, așa de caracteristică pentru toate mamiferele.

Un segment de unire face legătura cu *tubul colector* sau *canalul lui Bellini.*

Toate aceste porțiuni ale tubușorului urinifer au aceeași structură: o vitroasă și un epiteliu cu celule cubice care devin progresiv mai înalte pe măsură ce lumenul devine din ce în ce mai larg.

Tubul colector al lui Bellini prezintă un traiect rectiliniu, în el deschizîndu-se mai mulți nefroni prin intermediul tuburilor colectoare. La rîndul său, el se deschide în vîrful papilei renale prin intermediul unui conduct scurt, numit *conduct* (canal) *papilar.*

Urina primitivă formată la nivelul corpusculului lui Malpighi, supusă unor fenomene de reabsorbție, foarte intensă mai ales la nivelul segmentului principal, precum și în urma unor secreții, va forma „urina definitivă".

Topografia tubușorului urinifer. Diversele segmente ale tubușorului urinifer descrise mai sus corespund diferitelor teritorii ale rinichiului, după cum urmează: corpusculii lui Malpighi se găsesc situații în labirint și în coloanele lui Bertin. Tuburile conturnate proximale și distale intră și ele în constituția acelorași teritorii ale rinichiului ca și corpusculii lui Malpighi, dar piesele lor terminale străbat piramidele lui Ferrein.

Scanned with OKEN Scanner

Ansele lui Henle corespund piramidelor lui Malpighi. Tubușorul urinifer își continuă traiectul prin piesa intermediară în labirint, iar prin tubul colector descinde în piramida lui Ferrein și apoi în piramida lui Malpighi în care se găsește, de asemenea, situat și tubul lui Bellini și canalul papilar (fig. 173).

Vascularizația rinichiului. Rinichiul este irigat cu sînge oxigenat de către *artera renală* care pleacă din artera aortă.

Artera renală pătrunde în rinichi prin hil, după care se ramifică în mai multe artere radiare (fig. 174) numite *artere interlobare*, care merg de-a lungul coloanelor lui Bertin. Acestea, ajungînd la limita dintre zona corticală și cea medulară, dau naștere la artere scurte, în formă de arc, care însă nu se unesc între ele, dar sînt numite impropriu „artere arcuate". De pe ele se desprind *arterele interlobulare* ale căror terminații se îndreaptă spre capsula lui Bowman, în care pătrund prin polul vascular, formînd *arteriola aferentă* a fiecărui glomerul. Aici se capilarizează formînd *rețeaua admirabilă*. Sîngele care a circulat prin această rețea este colectat de o *arteriolă eferentă*.

Arteriola eferentă părăsește capsula lui Bowman prin polul vascular, iar la nivelul tubului contort și al ansei lui Henle se recapilarizează formînd o rețea capilară obișnuită arteriovenoasă. Venulele rezultate formează *venele interlobulare* care la limita dintre zona corticală și cea medulară se unesc și dau naștere *venei în arcadă*. De pe aceasta pornesc *venele interlobare* paralele cu arterele interlobare, care se unesc și formează *vena renală*. Aceasta părăsește rinichiul prin hil, spre a se deschide în vena cavă inferioară.

Sîngele circulă prin ambii rinichi în cantitate de 1 300 ml pe minut, formîndu-se circa 125 ml de filtrat glomerular, din care 124 ml sînt reabsorbiți în tub. Într-o perioadă de 24 de ore, rinichii filtrează astfel 170—200 l de lichid, dar formează numai aproximativ 1 200—1 500 ml de urină.

Conductele excretoare. Produsul de activitate al tubușorului renal este u r i n a, un lichid complex format din apă în care sînt dizolvate o serie de substanțe: uree, acid uric, creatină, creatinină, cloruri, fosfați, sulfați etc. Ea se elimină la exterior printr-un sistem de conducte.

Urina ajunsă la nivelul papilelor este vărsată în niște formațiuni în formă de cupă, situate în jurul deschiderii papilei renale, numite *calicii mici*. Acestea se unesc cîte 2—3 formînd *caliciile mari* care se deschid într-o porțiune lărgită, *bazinetul*. De la bazinet pleacă un conduct lung și îngust, *ureterul*, care se deschide în *vezica urinară*. Urina acumulată în vezică este condusă la exterior printr-un conduct scurt, *uretra*. Conductele urinare sînt deci, pînă la vezica urinară, perechi, în timp ce porțiunea vezico-uretrală este nepereche.

Din punct de vedere histologic, întreaga porțiune supravezicală (caliciile, bazinetul, ureterele) prezintă o structură sensibil asemănătoare, în timp ce vezica și uretra prezintă fiecare particularități structurale specifice.

Scanned with OKEN Scanner

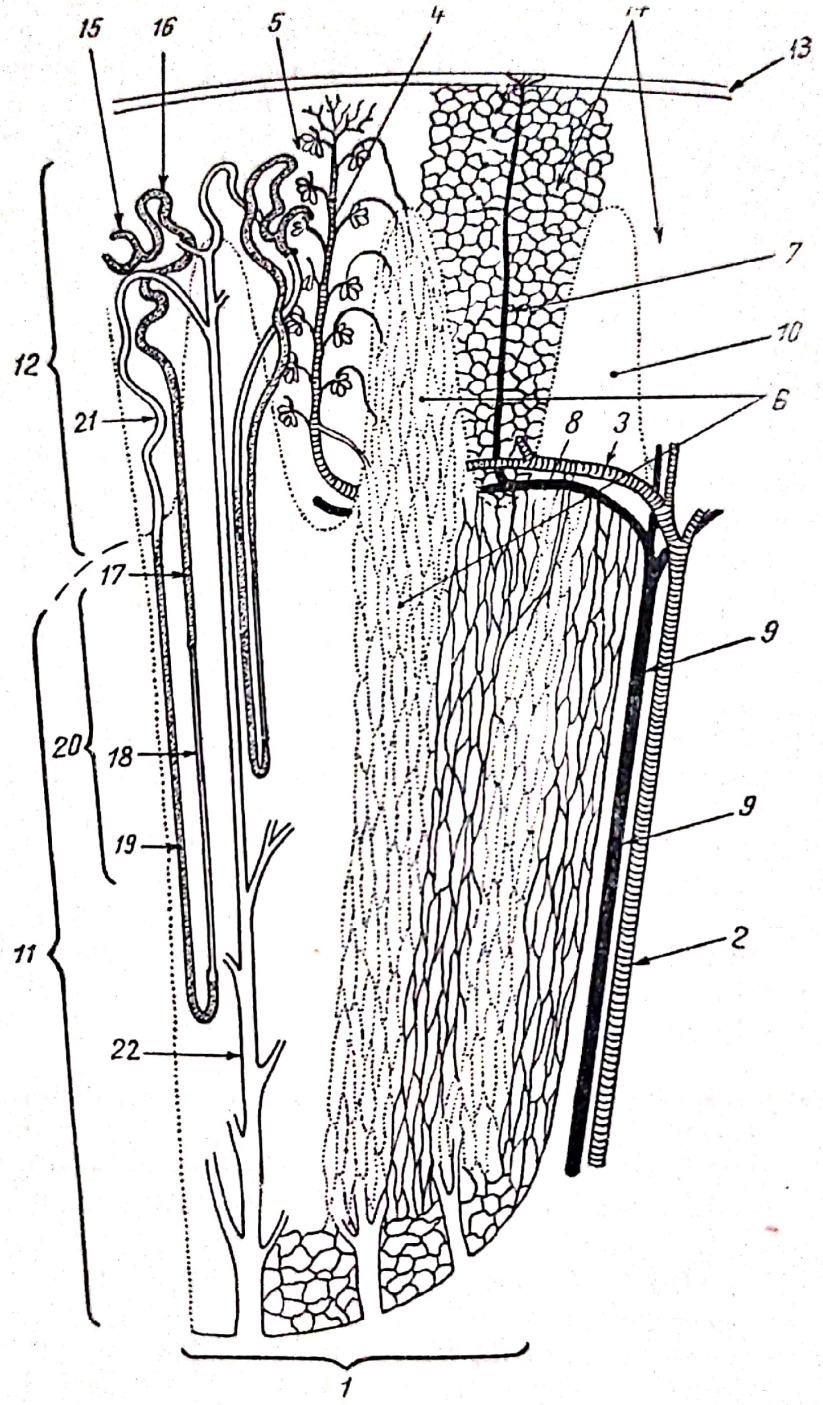


Fig. 173. Structura și vascularizarea unui lob renal la om (schemă din Drăgoiu):

1 — papila renală; *2* — artera interlobară; *3* — artera în arcadă; *4* — artera interlobulară; *5* — glomerulul vascular; *6* — capilare; *7* — vena interlobulară; *8* — vena în arcadă; *9* — vena interlobară; *10* — piramida lui Ferrein; *11* — zona medulară; *12* — zona corticală; *13* — capsula rinichiului; *14* — labirintul; *15* — capsula lui Bowmann; *16* — segmentul principal, partea conturnată; *17* — segmentul principal, partea dreaptă; *18* — segmentul subțire; *19* — segmentul intermediar, partea dreaptă; *20* — ansa lui Henle; *21* — segmentul de unire, partea contortă; *22* — tubul colector.

Scanned with OKEN Scanner

Structura caliciilor, bazinetelor, ureterelor. Toate aceste conducte au pereţii constituiţi din 4 tunici: mucoasa, submucoasa, musculoasa şi adventicea.

Mucoasa este netedă la nivelul caliciilor şi al bazinetului, iar la nivelul ureterelor prezintă pliuri longitudinale. Această tunică este formată dintr-un *epiteliu* şi un *corion*. Epiteliul este stratificat. Stratul

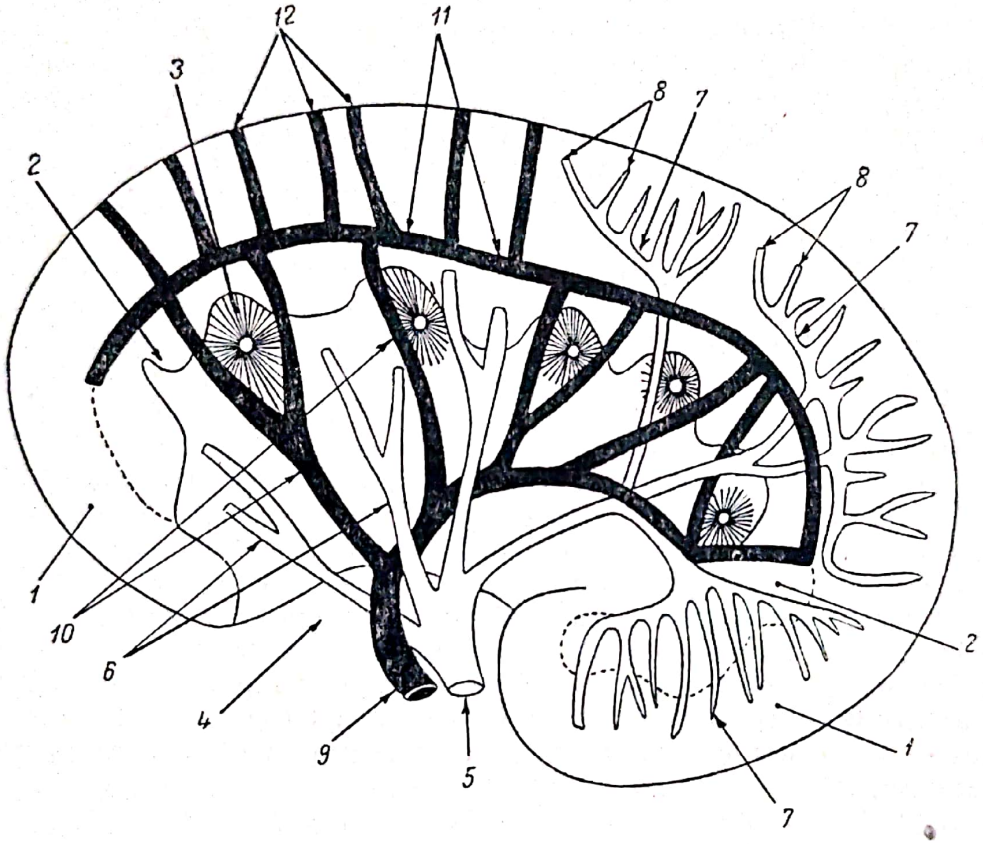


Fig. 174. Circulaţia într-un rinichi compus de la mamifere (schemă din Grassé):

1 — zona corticală; *2* — zona medulară; *3* — papile renale; *4* — hilul rinichiului; *5* — artera renală; *6* — arterele interlobare; *7* — arterele arciforme; *8* — arterele interlobulare sau radiate; *9* — vena renală; *10* — venele interlobare; *11* — venele arciforme; *12* — venele interlobulare.

său profund este constituit din celule de talie mică, cubice sau poliedrice, care asigură regenerarea epiteliului. Pătura mijlocie prezintă celule filiforme sau poliedrice mai voluminoase, iar stratul superficial este format din celule mai mult sau mai puţin aplatisate, de obicei multinucleate. Faţa lor profundă prezintă excavaţii care se mulează pe extremităţile celulelor subiacente, în timp ce faţa lor superficială suferă o diferenţiere cuticulară, impermeabilă la urină. Corionul este de natură fibroelastică. El trimite în epiteliu filamente fine în jurul capilarelor sanguine.

Submucoasa este formată din ţesut conjunctiv elastic, lax.

Scanned with OKEN Scanner

Musculoasa este constituită din fascicule musculare netede ale căror dispoziţii variază de la un segment la altul al regiunii supravezicale. Astfel, la nivelul caliciilor şi al bazinetului, fasciculele sînt dispuse într-un singur plan circular, iar la nivelul ureterului în două planuri: unul intern, longitudinal, şi altul extern, circular. În treimea inferioară a ureterului se adaugă încă un strat extern de fascicule musculare longitudinale, care se continuă în peretele vezical şi favorizează prin contracţia sa ritmică deschiderea orificiului ureterului.

Vezica urinară *(vesica urinalia).* Este situată în micul bazin, fiind parţial acoperită de peritoniu. Din punct de vedere topografic se disting trei părţi: vîrful sau polul vezical, corpul şi fundul care este partea sa inferioară. Pe fundul vezicii se deschide orificiul uretrei şi cele două orificii ale ureterelor care, în ansamblu, delimitează aşa-numitul *trigon vezical.*

Peretele său este constituit din aceleaşi tunici întîlnite la conductele excretoare: mucoasa, submucoasa, musculoasa, adventicea.

Mucoasa prezintă un epiteliu de tip stratificat pavimentos (fig. 175). El cuprinde un strat bazal de celule mici, cubice, apoi o pătură de celule poliedrice, rîndurile cele mai superficiale prezentînd celule de formă ovoidă, cu extremitatea lărgită: *celule în racheţă.* Stratul superficial este format din celule mari, lăţite, polinucleate şi impermeabile, denumite *celule umbreliforme.* Faţa profundă a acestora prezintă depresiuni în care pătrund prelungirile celulelor în racheţă, iar faţa lor superficială este formată dintr-o cuticulă citoplasmatică. În regiunea trigonului vezical, epiteliul dă naştere la o serie de glande în formă de fund de sac, similare cu glandele uretrale sau prostatice. Un caracter important al epiteliului vezicii este marea sa plasticitate. Corionul este constituit dintr-un ţesut conjunctiv dens, cu o reţea de fibre elastice. El se continuă cu un ţesut conjunctivoelastic lax care reprezintă *submucoasa.*

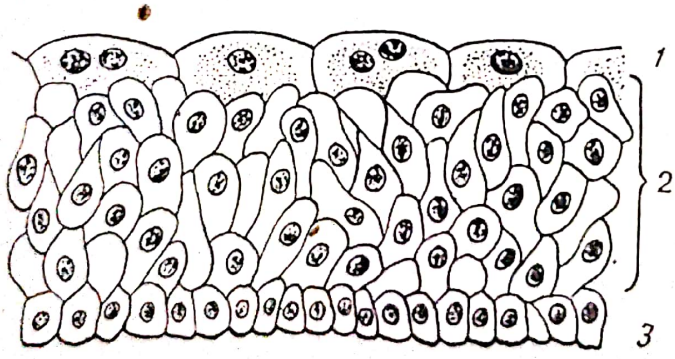


Fig. 175. Epiteliul veziculei urinare (din Drăgoiu):
1 — stratul superficial; *2* — stratul celulelor poliedrice; *3* — stratul bazal.

Musculoasa cuprinde trei pături de fascicule musculare: o pătură internă cu fibrele orientate în direcţie longitudinală, o pătură medie circulară care la nivelul polului vezicii formează sfincterul vezical şi o pătură externă din nou cu fibre longitudinale. Aceste pături sînt separate de un ţesut conjunctivoelastic care conţine numeroase celule adi-

poase. Contracţia fibrelor musculare ale vezicii asigură evacuarea urinei.

Adventicea este o tunică fibroelastică, infiltrată cu celule grase şi acoperită pe o mare parte din suprafaţa ei de către peritoniu.

Vascularizaţia vezicii este reprezentată de un sistem de trei formaţiuni arteriale şi trei formaţiuni venoase: *subepiteliale, submucoase* şi *subperitoneale.*

Uretra este un canal care asigură eliminarea urinei din vezică. Ea prezintă o variabilitate morfologică, în funcţie de sex.

La bărbat, uretra se împarte în 3 porţiuni: *uretra prostatică (pars prostatica), uretra membranoasă (pars diafragmatica)* şi *uretra peniană (pars cavernosa).*

Uretra prostatică are o lungime de 2—3 cm, traversînd un organ musculoglandular numit *prostată.* Pe traiectul său se distinge o ridicătură alungită — *calliculus seminalis* — la nivelul căruia în uretră se deschid *canalele ejaculatoare.* După colicul, uretra devine deci un canal mixt de evacuare atît a urinei cît şi a spermei. Spre vezică, uretra prostatică este înconjurată de fibre musculare netede ce formează *sfincterul intern* al uretrei (involuntar).

Uretra membranoasă, scurtă, de 1—2 cm, este porţiunea care străbate aponevroza mijlocie a perineului. Pe traiectul ei se găseşte *sfincterul uretral extern* (voluntar).

Uretra peniană străbate penisul în toată lungimea lui, fiind înconjurată de o formaţiune vasculară specială: *corpul spongios al uretrei (corpus cavernosus uretrae)* care o însoţeşte pînă la meatul urinar, unde uretra comunică cu exteriorul.

La femeie, uretra este un canal foarte scurt, care începe în fundul vezicii *(fundus vesicae)* şi se deschide în vestibulul vaginului sub clitoris. Ea serveşte aici numai pentru evacuarea urinei.

Atît la bărbat cît şi la femeie uretra prezintă o structură histologică asemănătoare, neoferind decît variaţii locale de detaliu. Pereţii uretrei prezintă o mucoasă, o submucoasă şi o musculoasă.

Mucoasa cuprinde un *epiteliu* şi un *corion.* Epiteliul este elementul cel mai variabil de la un segment la altul al uretrei. În uretra prostatică, la bărbat, epiteliul este stratificat şi pavimentos, iar în cea membranoasă el este cilindric şi stratificat. La femeie, epiteliul este de tip stratificat prismatic; la cele două extremităţi ale uretrei el devine pavimentos. În grosimea epiteliului se întîlnesc, pe întreaga suprafaţă a uretrei, numeroase glande intraepiteliale. Corionul, format dintr-un ţesut conjunctivoelastic, conţine în interiorul său partea profundă a glandelor extraepiteliale tubuloase sau tubuloalveolare de tip mucos, numite *glande uretrale.* Mucoasa prezintă depresiuni puţin adînci, numite *lacunele uretrale ale lui Morgagni.*

Submucoasa este formată dintr-un ţesut conjunctivoelastic lax, fără delimitare netă de corion.

Musculoasa cuprinde două pături de fibre musculare netede: unul intern, longitudinal, şi altul extern, circular.

Scanned with OKEN Scanner

SISTEMUL GENITAL

Înmulțirea speciei, peste durata vieții unor indivizi izolați, este asigurată, la vertebrate, numai de către sistemul genital. Grupă cu organizare deosebit de complexă, vertebratele nu prezintă cazuri de înmulțire vegetativă, singura formă de înmulțire întîlnită aici fiind cea **sexuată,** adică prin oul format din unirea a doi gameți de sex diferit (masculin și feminin). Înmulțirea prin dezvoltarea gametului femel, fără ca acesta să fie fecundat de cel mascul, adică înmulțirea prin partenogeneză, nu are loc decît în condiții pur experimentale.

Gameții celor două sexe se formează în gonade diferite (testicul și ovar) care se dezvoltă pe indivizi diferiți, vertebratele fiind de regulă animale gonochorice și nu hermafrodite. Cazurile de hermafroditism sînt aici într-adevăr excepționale (de exemplu, la genul *Serranus,* dintre Teleostei), chiar dacă la unii pești osoși în testicule pot apărea uneori, printre celulele care se dezvoltă spre a forma spermatozoizi, și celule sexuale femele (de exemplu, la crap, unii autori, printre care și Olga Necrasov și Gianina Gheorghiu au observat existența unor ovocite, a căror dezvoltare ulterioară nu a putut fi constatată). Cazul de la *Myxine,* dat uneori drept exemplu de hermafroditism, sau de la unele *Anure,* intră doar în categoria hermafroditismului juvenil, care o dată cu atingerea fazei adulte se transformă în gonochorism.

Alte cazuri de hermafroditism la vertebrate intră, în realitate, în categoria fenomenelor de intersexualitate, datorită potențialului bisexual al unor gameți nediferențiați definitiv care permite ca, sub influența unor cauze diferite, pe lîngă sexul genetic să se dezvolte și sexul opus.

Astfel de resturi din „schița bisexuală" (indiferentă) a gonadelor se găsesc la Anure, sub forma *organului lui Bidder.* Dezvoltat la partea anterioară a testiculelor la unele specii de *Bufonidae,* el este un mic complex de celule germinative care, după îndepărtarea testiculului, se diferențiază în ovar.

Și la păsări poate apărea un fenomen asemănător, care trădează caracterul inițial bipotențial al schițelor gonadelor. Aici, în timp ce ovarul stîng se dezvoltă în mod normal, cel drept rămîne într-o fază

de diferențiere pur embrionară, apărînd ca un rudiment la femelele adulte (spre deosebire de masculi unde ambele testicule sînt bine dezvoltate). Dacă se face ablațiunea ovarului stîng, atunci rudimentul ovarian se dezvoltă în sensul unui testicul.

STRUCTURA GENERALĂ A SISTEMULUI GENITAL

Sistemul genital este constituit din **glandele genitale** (sau *gonade*), în care se formează celulele reproducătoare (celule germinative sau *gameții*), din **conductele genitale** prin care acestea sînt evacuate, iar în unele cazuri (cînd fecundația este internă) din *organele de acuplare*, situate în raport direct cu orificiile externe ale conductelor genitale.

În afară de celulele germinative, gonadele conțin formațiuni endocrine producătoare de hormoni, care, răspîndiți în tot organismul, determină apariția caracterelor sexuale secundare și a organelor sexuale accesorii.

Gonadele sînt, de regulă, formațiuni perechi și simetrice. Numai excepțional ele devin neperechi, fie prin concrețterea lor, fie prin avortarea uneia din ele (ovarul la păsări).

Formate în cavitatea abdominală, unde rămîn așezate (cu excepția testiculelor de la unele mamifere), gonadele sînt suspendate de pereții cavității generale, ovarul prin *mezovarium*, iar testiculul prin *mezorchium*.

Forma gonadelor este de cele mai multe ori alungită la anamniote, și scurtă și masivă la Amniote. În afară de *Gymnophioni*, ele nu prezintă niciodată o dispoziție metamerică, cu toate că există anumite temeiuri pentru a admite că la strămoșii vertebratelor gonadele aveau o astfel de dispoziție.

Gonadele masculine (testiculii) sînt acoperite cu un *epiteliu* (greșit denumit epiteliu germinativ, deoarece el nu mai conține elemente germinative), sub care se află o tunică fibroasă, de natură conjunctivă, *albuginea*. Partea funcțională, specifică, este reprezentată de *ampulele seminifere* (la Ciclostomi, la majoritatea peștilor și la Amfibieni) (fig. 176) sau de *canaliculele seminifere* (la Amniote) (fig. 177). Ele conțin celulele lui Sertoli (cu rol nutritiv și de susținere) și elementele germinative aparținînd spiței spermatozoidului, reprezentate atunci cînd gonada este în plină funcțiune, prin *spermatogonii*, *spermatociți* de ordinul 1 și 2, *spermatidii* și *spermatozoizi*. Numărul celulelor lui Sertoli este foarte mic în comparație cu acela al gameților. Tubușoarele seminifere (sau respectiv ampulele) sînt înconjurate de o stromă conjunctivă, în care se află, printre altele, și celule interstițiale care secretă hormonii androgeni, care intervin în geneza și menținerea caracterelor sexuale secundare și influențează creșterea. Stroma mai conține vase sanguine și nervi.

Scanned with OKEN Scanner

Formarea spermatozoizilor este la majoritatea vertebratelor un proces ciclic, iar fazelor de activitate maximă le corespunde de cele mai multe ori o mărire apreciabilă a glandei, canaliculele seminifere devenind atunci mai voluminoase. Cea mai mare schimbare de volum se observă la păsări. La mamifere, mai ales la formele domesticite și la om, caracterul ciclic al activității testiculare devine mai puțin pronunțat sau chiar dispare.

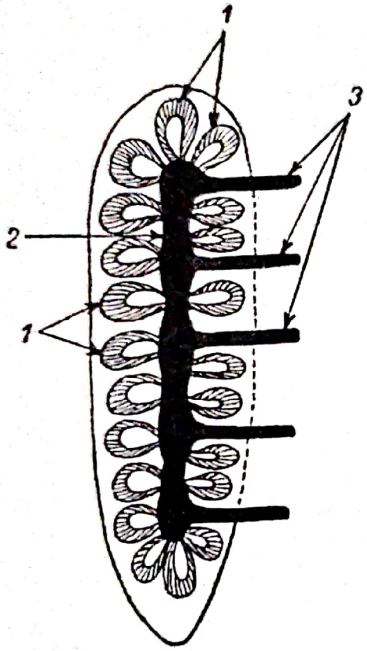


Fig. 176. Schema unui testicul cu ampule, la Rana (din Ihle):
1 — ampulele testiculare; *2* — canalul longitudinal central; *3* — canalele eferente.

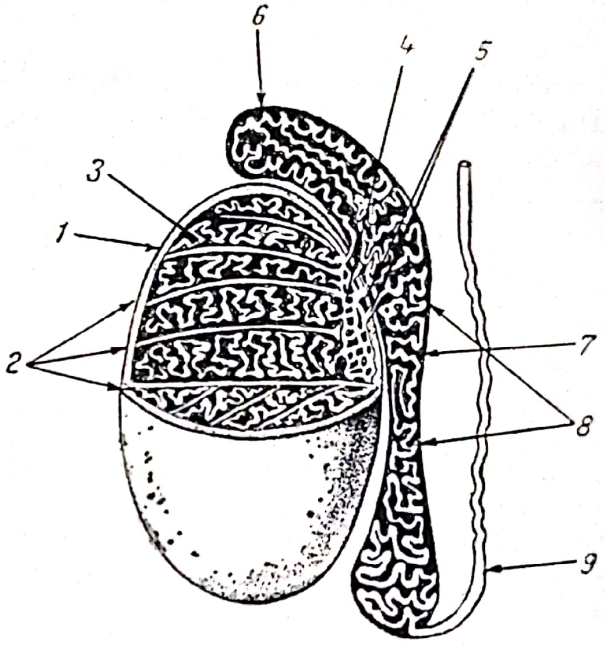


Fig. 177. Schema unui testicul cu structura tubulară și a epididimului, la un mamifer (din Weichert):
1 — albuginee; *2* — septele; *3* — tubușoarele seminifere; *4* — rețeaua testiculară; *5* — canaliculele eferente; *6* — capul epididimului; *7* — corpul epididimului; *8* — canalului epididimului; *9* — canalul deferent.

Numărul spermatozoizilor maturizați în același timp este enorm. La om, de exemplu, sperma dintr-o singură ejaculare poate conține peste 200 milioane de spermatozoizi.

Tubușoarele seminifere se deschid într-un sistem de *canalicule colectoare* situate în testicul, care stabilesc legătura cu partea genitală a mezonefrosului, iar prin intermediul acesteia cu *canalul lui Wolff*. Acesta poate cumula funcția de ureter și de spermiduct (la unele Anamniote) sau să se specializeze exclusiv în sensul acestei din urmă funcțiuni, devenind numai un spermiduct (la Amniote precum și la unele unele Anamniote) (fig. 178 și 179). Prin capătul său distal, acesta se poate deschide în cloac sau în sinusul urogenital, format prin divizarea completă sau necompletă a cloacului.

Scanned with OKEN Scanner

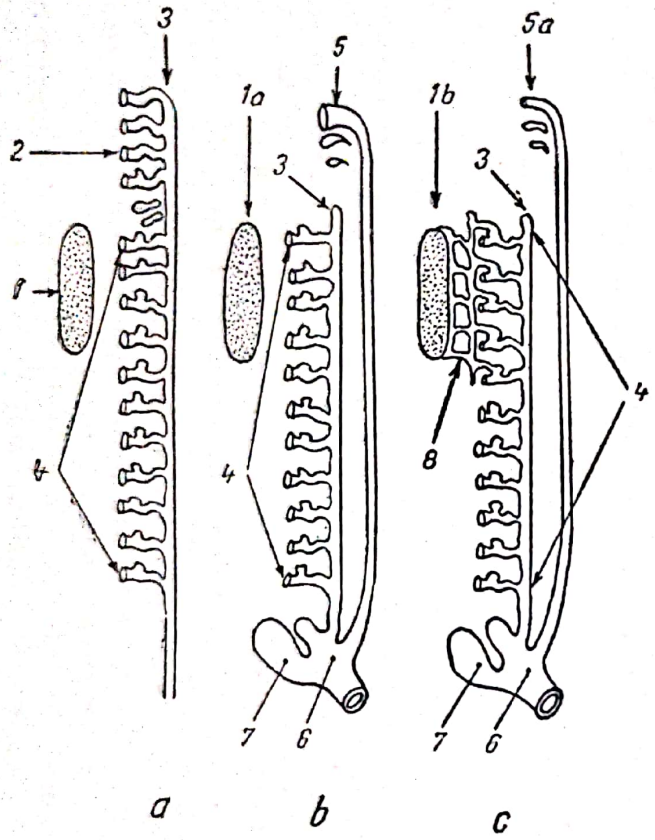


Fig. 178. Schema conexiunilor urogenitale la Anamniote (din Smalhausen):

a — stadiu nediferenţiat; *b* — femelă; *c* — mascul: *1* — schiţa nediferenţiată a glandei genitale; *1a* — ovarul; *1b* — testiculul; *2* — pronefrosul; *3* — canalul lui Wolff; *4* — mezonefrosul; *5* — canalul lui Müller; *5a* — canalul lui Müller rudimentar; *6* — cloacul; *7* — vezicula urinară; *8* — legăturile între testicul şi mezonefros.

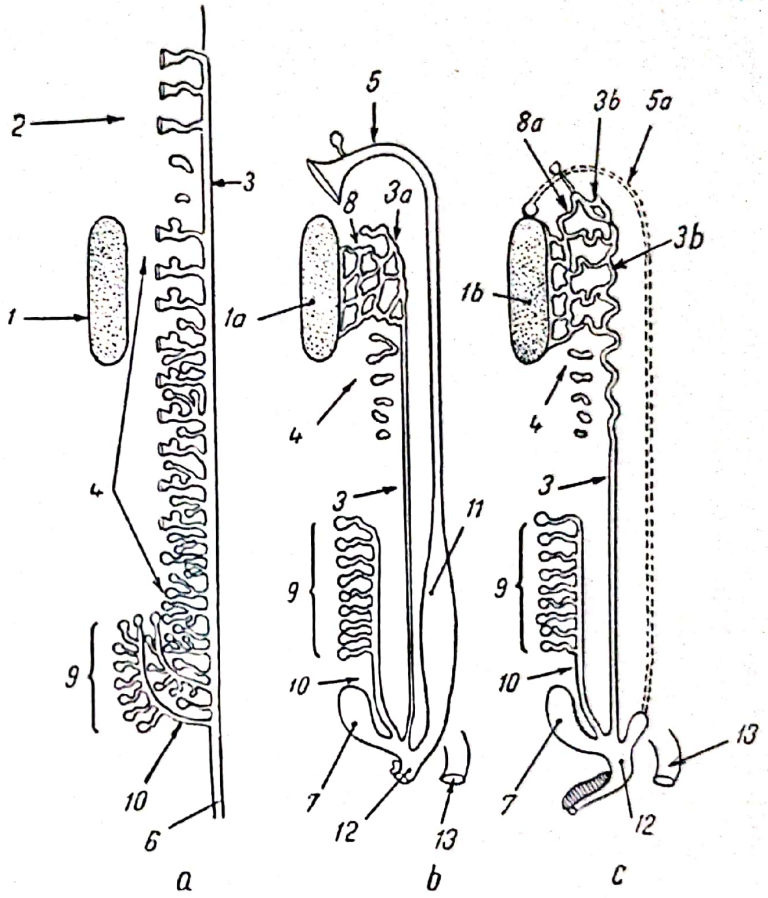


Fig. 179. Schema conexiunilor urogenitale la Amniote (din Smalhausen):

a — stadiu nediferenţiat; *b* — femelă; *c* — mascul: *1* — schiţa nediferenţiată a glandei genitale; *1a* — ovarul; *1b* — testiculul; *2* — pronefrosul; *3* — canalul lui Wolff; *3a* — resturi din canalul lui Wolff; *3b* — canalul deferent; *4* — mezonefrosul; *5* — canalul lui Müller; *5a* — resturi din canalul lui Müller; *6* — cloacul; *7* — vezicula urinară; *8* — resturi din epididim; *8a* — epididim; *9* — metanefrosul; *10* — ureterul secundar; *11* — uterusul; *12* — sinusul urogenital; *13* — rectumul.

Scanned with OKEN Scanner

Legăturile dintre testicul şi partea anterioară a mezonefrosului constituie o caracteristică importantă a sistemului genital mascul de la vertebrate şi aproape generală (cu excepţia ciclostomilor şi a teleosteilor). La Ciclostomi, gameţii ajung la exterior prin porii genitali, după ce au pătruns în cavitatea generală, testiculul lor neavînd nici un fel de canal evacuator. La Teleostei, testiculele au canale proprii, care nu au nici o legătură cu canalul lui Wolff.

La formele cu fecundare internă, în raport cu capătul distal al canalului lui Wolff sau cu deschiderea la exterior a cloacului sau a sinusului urogenital, se dezvoltă *organe copulatoare* care asigură introducerea spermei în căile genitale ale femelelor. Ele prezintă forme variate, începînd de la înotătorile pelviene (ca la unii Selacieni) şi terminînd prin formaţiuni specializate, aşa cum este penisul de la mamifere.

Gonadele feminine *(ovarele)* sînt şi ele acoperite de un *epiteliu* ovarian, sub care se află o *albuginee* slab dezvoltată.

Interiorul ovarului prezintă două zone. Cea *corticală*, externă, conţine foliculii în interiorul cărora se află cîte o celulă sexuală. Cea *medulară*, internă, este o zonă vasculară care conţine resturile cordoanelor genitale primare avortate (devenite cordoane medulare), precum şi rudimentele formaţiunilor de legătură care s-au schiţat cu mezonefrosul. Zona medulară prezintă numeroase pungi avînd o structură saculară la amfibieni (*ovar de tip sacular*), dar este compactă la mamifere (ovar de tip compact), sauropsidele şi monotremele prezentînd din acest punct de vedere trepte de tranziţie (fig. 180).

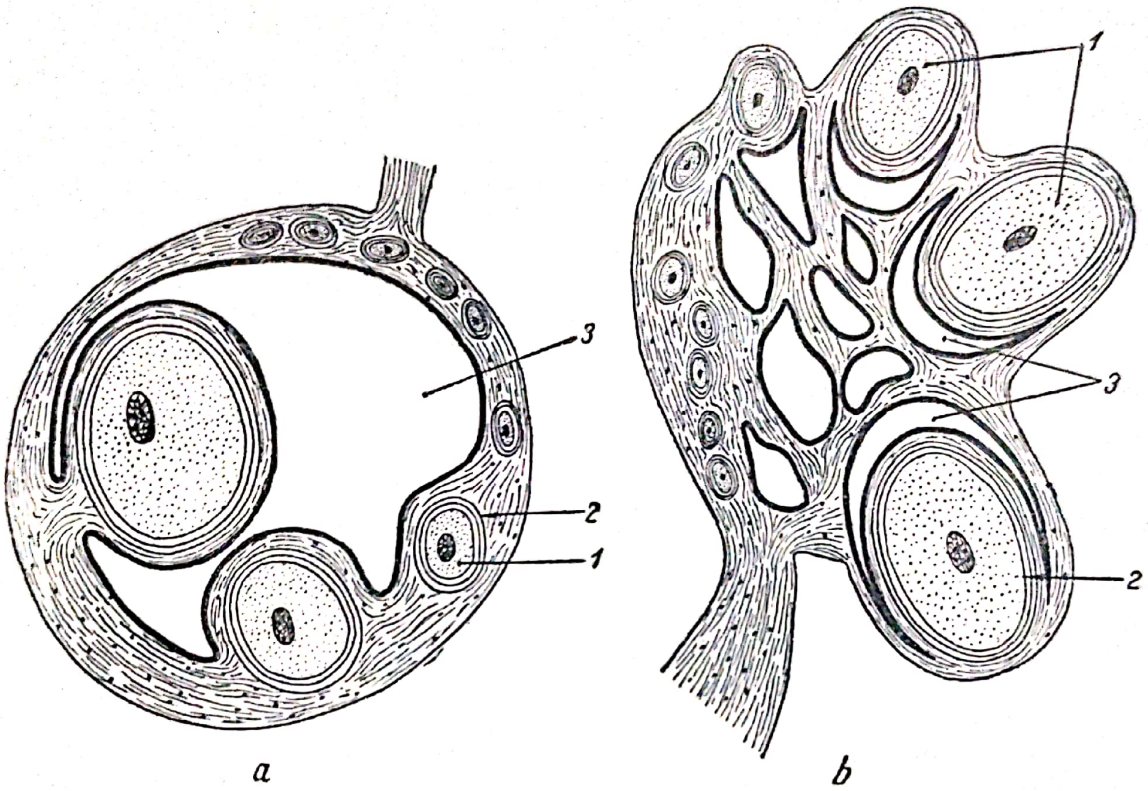
Foliculul este constituit din următoarele părţi. Un *ovocit*, acoperit peste membrana lui vitelină de o membrană pelucidă (sau *oolema*) şi de o coroana radiată; un *înveliş folicular*, formînd o membrană granulară; *tecile conjunctive* (una internă celulară, alta externă fibrilară) (v. fig. 180).

Foliculii de la toate vertebratele, afară de mamiferele metateriene şi euteriene, sînt formaţiuni pline, care proemineză în pungile ovariene. La cele din urmă însă, foliculii pe cale de maturaţie şi cei maturi prezintă o structură veziculară, formînd aşa-zişii *foliculi ai lui de Graaf*. Cavitatea acestor foliculi este plină de un lichid, secretat de folicul în perioada de maturaţie. Acest lichid conţine un hormon, *foliculina*, secretat de celulele tecii interne. Foliculii foarte tineri însă, adică foliculii primordiali, nu prezintă în jurul ovocitului decît un singur strat de celule foliculare şi nu au încă o cavitate foliculară, semănînd astfel cu foliculii vertebratelor inferioare (fig. 180).

În decursul evoluţiei lor *(ovogeneză)*, elementele genitale femele trec prin faze paralele cu acelea prin care trec şi gameţii masculi, cu excepţia unor diferenţe de detaliu, legate de specificul fiecărui sex. Astfel, seria ovulului este reprezentată prin ovogonii, ovocite de ordinul 1 şi 2, ovocite mature (ovule sau ovotidii).

În timpul ovogenezei, în interiorul ovocitului are loc depunerea de rezerve de vitelus nutritiv, în cantităţi mai mult sau mai puţin im-

Scanned with OKEN Scanner



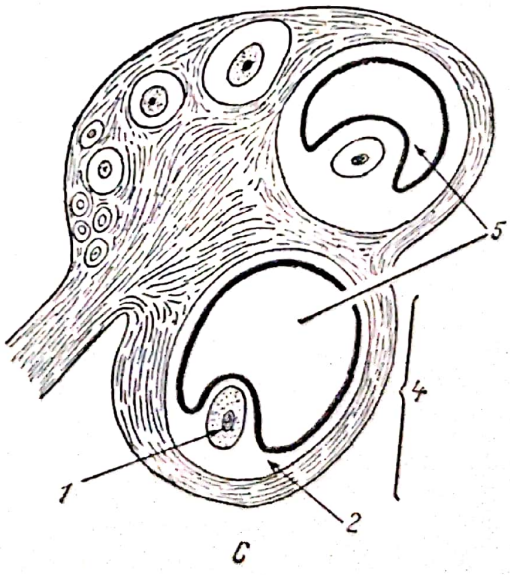


Fig. 180. Schema structurii ovarului la Amniote:

a — la reptile; *b* — la Monotreme; *c* — la Metaterieni şi Euterieni; (din L. B o l k): *1* — ovocit; *2* — celule foliculare; *3* — punga ovariană; *4* — foliculul de Graaf; *5* — antrum (cavitatea foliculară).

Scanned with OKEN Scanner

portante. În raport cu abundența vitelusului nutritiv, ovulele vertebratelor pot aparține următoarelor tipuri: *telolecit* (cu foarte mult vitelus), întîlnit la Selacieni, reptile, păsări și monotreme; *heterolecit* (cu o cantitate moderată de vitelus), întîlnit la Ganoizi, Teleostei, Amfibieni; *oligolecit* (cu foarte puțin vitelus), întîlnit la mamiferele metateriene și euteriene.

În funcție de mărimea ovulelor mature, și ovarele pot avea fie o formă de ciorchine (în special sauropsidele, monotremele), sau să prezinte o suprafață aproape netedă (ca la mamiferele placentare, de exemplu).

Activitatea ovarelor este supusă unui ritm ciclic (mai mult chiar decît activitatea testiculului), în urma căruia acestea prezintă modificări morfologice deosebit de importante, mai ales la animalele cu ciclu sezonier. Aceste modificări ating în special zona corticală, al cărei volum poate să se mărească mult la grupele cu ouă telolecite. La cele cu ouă oligolecite, variațiile legate de perioadele de reproducere sînt puțin vizibile la exterior. Modificările ciclice ale ovarului se reflectă și asupra oviductelor, mai ales la formele vivipare și ovovivipare.

Ciclurile de reproducere — sau *ciclurile oestriene* — există la toate vertebratele. La mamifere, această ciclicitate se exprimă astfel: după o perioadă de repaus sexual sau *anoestrus*, urmează perioada de maturare a foliculului și de pregătire a uterului pentru a primi ovulul fecundat, sau *preoestrus*, în urma căreia are loc eliminarea ovulului matur din ovar corespunzînd *oestrus*ului. Această eliminare poate să aibă loc spontan (de exemplu, la toate primatele, inclusiv omul, la multe rozătoare, la porcine) sau să fie provocată de coit (la marsupiale, iepure, pisică).

În urma eliminării ovulului matur, foliculul rămas gol se transformă în *corpul galben*. Dacă ovulul nu a fost fecundat și deci nu are loc nidarea, atunci întregul sistem genital femel revine la perioada de repaus. La specia umană însă, chiar în această situație (cînd nu are loc implantarea oului), sub influența progesteronului secretat de corpul galben, mucoasa uterină evoluează numai pînă la un anumit moment cînd are loc prăbușirea și ruperea ei, ceea ce provoacă fluxul sanguin, caracteristic menstruației. Dacă, dimpotrivă, a avut loc nidarea, atunci mucoasa uterină își continuă evoluția care culminează prin formarea placentei.

Din punctul de vedere al ciclurilor oestriene, mamiferele prezintă trei tipuri: tipul cu un singur ciclu oestrian pe an, adică *tipul monooestrian*, caracteristic majorității mamiferelor sălbatice; tipul cu mai multe cicluri pe an (2—3 cicluri), adică *tipul polioestrian*, întîlnit la unele mamifere domestice, așa cum sînt cîinele, pisica, precum și la unele mamifere sălbatice, așa cum este guzganul; *tipul cu activitatea oestriană continuă*, caracteristic maimuțelor și omului.

Numărul de ovule mature în același timp și în același ovar este foarte variabil. El este de ordinul milioanelor la *Acipenseridae* și la unii Teleostei, de ordinul miilor sau sutelor la Amfibieni, dar scade

în mod sensibil la Sauropside şi mai ales la mamifere. La primatele superioare, inclusiv omul, un singur ovul ajunge de regulă la maturitate, în fiecare perioadă oestriană.

La toate vertebratele (cu excepţia majorităţii teleosteilor şi a branchiopterigienilor), ovarul nu se află în continuitate cu oviductul. Înainte de a ajunge la acesta, ovulele mature, ieşite din ovar prin ruperea peretelui acestuia, cad în cavitatea generală. La cele două grupe de peşti mai sus citate, ovarul se continuă de obicei cu un *oviduct* propriu, astfel încît ovulele nu mai ajung mai întîi în celom. La ciclostomi, nici ovarul (ca şi testicului) nu are nici un canal de evacuare. De asemenea, unii Teleostei, din grupul salmonidelor, de exemplu, nu au conduct propriu de evacuare a produselor genitale, celomul prezentînd aici dispoziţii speciale în formă de pîlnie care servesc în acest scop.

La toate celelalte vertebrate, canalele de evacuare a ovulelor sînt *canalele lui Müller*. În mod obişnuit, oviductele sînt diferenţiate în trei porţiuni (cu toate că aceste subdiviziuni se pot aplica în realitate numai mamiferelor şi unor ovovivipare): *trompa,* care se deschide în celom printr-o pîlnie situată în vecinătatea ovarului; o porţiune mijlocie, mai mult sau mai puţin dilatată şi cu pereţii muschiuloşi, denumită *uterus*; o porţiune terminală denumită *vagin,* prin care oviductul se deschide în cloac sau în sinusul urogenital.

Pereţii oviductelor sînt formaţi dintr-o mucoasă a cărui epiteliu este bogat în glande şi uneori ciliat. Tunica musculară este formată din fibre netede, care se pot dispune în două pături (una longitudinală, alta circulară). Pătura externă este reprezentată printr-o seroasă.

În funcţie de rolul segmentelor, această structură se poate modifica. La ovipare, în oviduct se diferenţiază formaţiuni glandulare care secretă diversele învelişuri ale oului.

La ovovivipare, mucoasa uterului se hipertrofiază putînd forma repliuri care participă la formarea unei pseudoplacente *(Chondrichthyes).*

La mamiferele euteriene are loc concreşterea celor două oviducte, pe o lungime mai mult sau mai puţin mare, dar cel puţin prin regiunile vaginale. Totodată, uterusurile, sau uterusul (format în urma concreşterii porţiunilor uterine ale celor două oviducte), prezintă modificări ciclice ale mucoasei, determinate pe cale hormonală, menite să asigure nidarea ovulului fecundat.

DEZVOLTAREA EMBRIONARĂ A SISTEMULUI GENITAL

Gonadele se formează din aşa-zisa „creastă genitală" care provine din epiteliul celomic situat în vecinătatea rădăcinii mezenterului şi a corpului lui Wolff (mezonefros), fiind astfel de *origine mezoblastică*

Scanned with OKEN Scanner

(fig. 181). Ea se întinde inițial în tot lungul celomului, dar numai porțiunea sa mijlocie, denumit *gonală*, se va diferenția în sensul unei glande genitale. Restul crestei persistă la Urodele și Apode, ca o bandă grăsoasă cu funcții neprecizate. Porțiunea anterioară față de regiunea gonală denumită *progonală* va deveni la Anure corpul adipos, dar va dispărea la celelalte vertebrate. Porțiunea posterioară față de regiunea

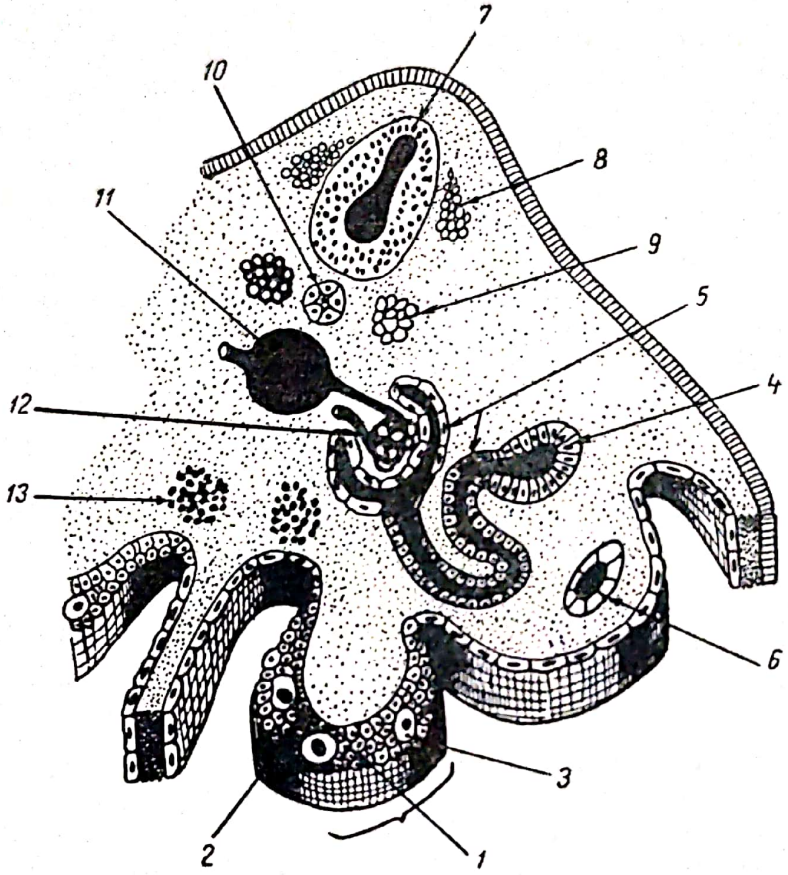


Fig. 181. Formarea gonadelor (schemă după o secțiune groasă din Angelescu):
1 — creasta genitală; *2* — epiteliul genital; *3* — gonocit primar; *4* — canalul lui Wolff; *5* — nefronul; *6* — canalul lui Müller; *7* — neuraxul; *8* — ganglion spinal; *9* — ganglion simpatic; *10* — notocordul; *11* — aorta; *12* — glomerulul vascular al lui Malpighi; *13* — mase paraganglionare.

gonală, denumită *epigonală*, persistă numai la Selacieni sub forma unui organ epigonal (de structură conjunctivo-adipoasă și limfoidă), cu funcții necunoscute.

Epiteliul crestei genitale este format din două feluri de celule: celule epiteliale mici, denumite uneori *celule vegetative*, și celule mari cu o citoplasmă abundentă și clară, cu nucleul voluminos, denumite *gonocite primordiale* sau primare. După mai mulți autori (printre care Benoit, Bonoure, Véra Danceakova), gonogocitele primordiale vin aici prin migrarea din anumite regiuni ale endoblastului extraembrionar. Epiteliul germinativ astfel constituit proliferează spre in-

Scanned with OKEN Scanner

teriorul crestei genitale dînd naştere la cordoane neregulate şi anastomozate, numite *cordoane sexuale* (fig. 182), formate atît din celule epiteliale cît şi din gonocitele primordiale.

Pînă în acest moment, gonada este sexual nediferenţiată şi corespunde cu o fază indiferentă a dezvoltării sale. De acum înainte ea se va diferenţia, fie în sensul sexului masculin, fie în sensul celui feminin, dînd naştere fie unui testicul, fie unui ovar.

La **sexul masculin,** cordoanele sexuale se despart de epiteliul superficial, prin interpunerea unui strat mezenchimatos, care va forma albugineea testiculului. Cordoanele sexuale vor da naştere fie la *ampulele seminifere* (la ciclostomi, la unii peşti şi batracieni), fie la *tubuşoarele seminifere* (la amniote), în care vor evolua elementele sexuale mascule (fig. 183).

Prin extremitatea lor distală, tubuşoarele seminifere (sau, respectiv, ampulele) se vor pune în legătură cu nefronii părţii anterioare a mezonefrosului, printr-un sistem de canalicule de origine mezonefrotică care invadează testicului. Aceste canalicule de legătură formează reţeaua testiculului *(reţeaua lui Haller),* tubuşoarele eferente (precum şi unele canale longitudinale colectoare), situate unele în testicul, altele în partea anterioară a mezonefrosului la vertebratele inferioare (fig. 184).

Prin nefronii părţii anterioare a mezonefrosului (care îşi pierd de cele mai multe ori structura tipică, adaptată funcţiei excretoare, mezonefrosul anterior devenind un rinichi genital), testicului se pune în legătură cu partea anterioară a canalului lui Wolff. Acesta devine astfel un canal epididimar, continuat cu un canal deferent putînd cumula această funcţie cu aceea de ureter la multe anamniote, asumînd însă o funcţie exclusivă de conduct genital la alte anamniote, precum şi la toate amniotele. Numai la Teleostei şi la Branhiopterigieni (Crossopterigieni), testicului nu utilizează canalul lui Wolff drept canal deferent, formîndu-se aici un canal deferent propriu. În ceea ce priveşte ciclostomii, ei nu au canale de evacuare a produselor genitale.

Canaliculele eferente, nefronii modificaţi din partea anterioară a mezonefrosului (rinichi genital), precum şi partea anterioară a canalului lui Wolff formează *epididimul.* La amniote, rinichiul mezonefrotic se dezorganizează nerămînînd din el decît formaţiunile de legătură între testicul şi canalul lui Wolff. Tot la amniote, din rinichiul mezonefrotic excretor (posterior) nu rămîne decît o formaţiune rudimentară, denumită *paradidim.* Cum în decursul embriogenezei şi la masculi apare o schiţă de canal al lui Müller, după involuţia acesteia rămîn uneori din partea sa anterioară rudimente cunoscute sub numele de *apendicele testicului* şi *apendicele epididimului,* iar din partea sa posterioară *utricula prostatică* sau *uterusul masculin* (fig. 185).

În cordoanele genitale care se diferenţiază dînd *tubuşoarele seminifere* (seminipare) sau respectiv veziculele (ampulele sau foliculii) seminifere, celulele epiteliale mici vor da naştere la *celulele lui Sertoli,*

Scanned with OKEN Scanner

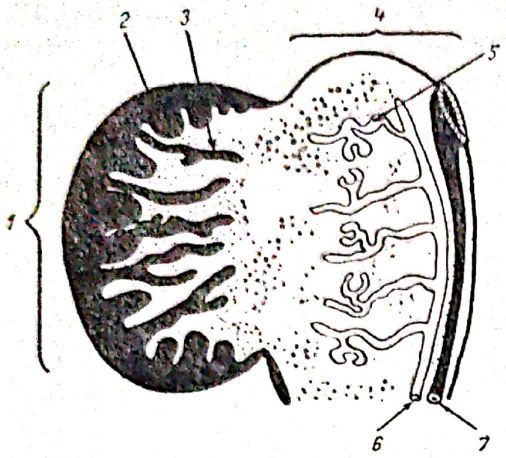


Fig. 182. Etapa „indiferentă" a dezvoltării gonadei (din Angelescu):

1 — creasta genitală; *2* — epiteliul germinativ; *3* — cordoanele sexuale; *4* — mezonefrosul; *5* — nefronii; *6* — canalul lui Wolff; *7* — canalul lui Müller.

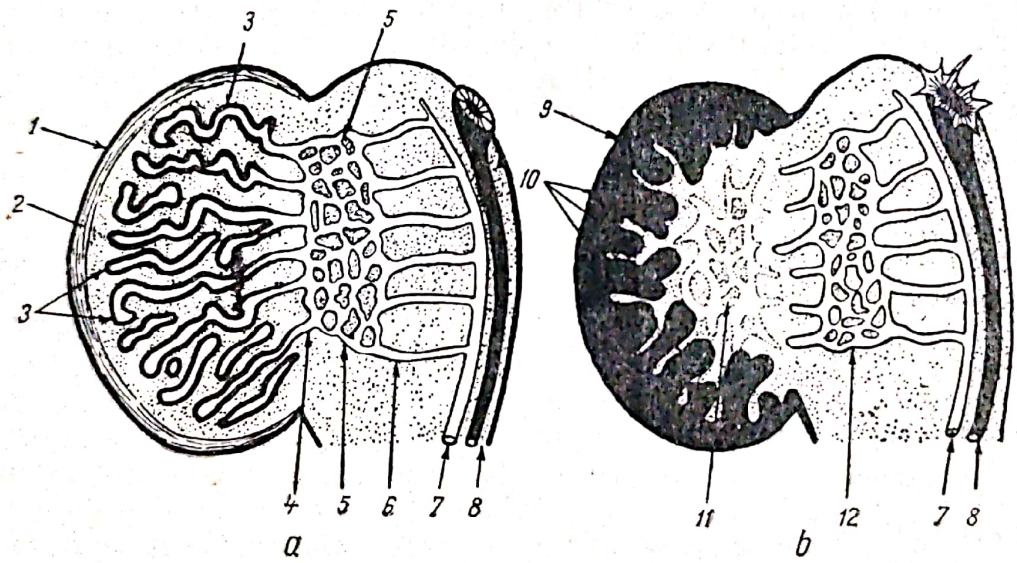


Fig. 183. Diferențierea sexuală a schiței gonadelor (din Angelescu):

a — diferențierea gonadei mascule; *b* — diferențierea gonadei femele:
1 — testiculul; *2* — albugineea; *3* — canaliculele seminifere; *4* — canaliculele drepte; *5* — rețeaua lui Haller; *6* — canaliculele eferente; *7* — canalul lui Wolff; *8* — canalul lui Müller; *9* — ovarul; *10* — cordoanele genitale din a doua generație; *11* — cordoanele genitale din prima generație, pe cale de involuție; *12* — rețeaua lui Haller.

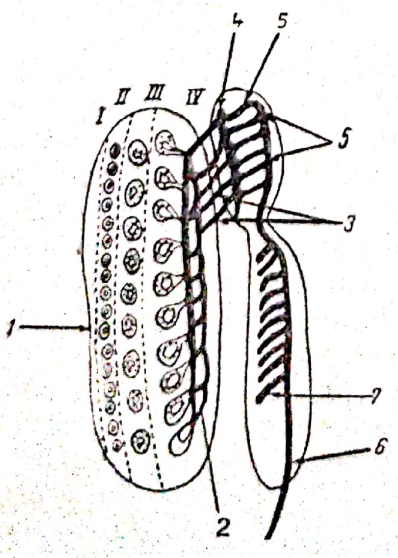


Fig. 184. Schema conexiunilor urogenitale la *Chondrichthyes* (din Grassé și Devillers):

I ... *IV* — generațiile succesive ale ampulelor: *1* — testicul; *2* — canalul testicular marginal; *3* — canaliculele eferente; *4* — canalul marginal al epididimului; *5* — canalicul epididimar; *6* — canalul lui Wolff; *7* — canaliculele „oarbe" din glanda lui Leydig.

în timp ce gonocitele primordiale, devenite spermatogonii, vor da naștere la spița spermatozoizilor, a căror evoluție se desfășoară în interiorul acestora. În ceea ce privește celulele mezenchimatoase din interiorul crestelor genitale, ele vor da naștere celulelor interstițiale, de tip endocrin.

Testiculele se formează în cavitatea abdominală în dreptul mezonefrosului și rămîn acolo la marea majoritate a vertebratelor. La mamifere însă, testiculele migrează de obicei în timpul vieții intrauterine spre partea posterioară, putînd rămîne așezate la partea posterioară a acestei cavități, sau să o părăsească ieșind prin canalul inguinal, așezîndu-se în *bursă* sau *sacul scrotal.*

La **sexul feminin,** lucrurile se petrec absolut la fel în perioada evoluției indiferente. a gonadei (v. fig. 182). Aici, cordoanele care au pătruns în interiorul țesutului conjunctiv situat sub epiteliul germinativ și s-au izolat de acesta vor da naștere la *cordoanele medulare.* Acestea sînt însă formațiuni tranzitorii care se vor dezorganiza curînd, cînd epiteliul germinativ dă naștere la o nouă generație de cordoane, denumite *cordoanele lui Waldayer-Valentin-Pflüger* (v. fig. 183).

Cordoanele nou formate sînt alcătuite, ca și cordoanele din prima generație, din celule mici, vegetative, și din celule mari, care sînt gonocitele primordiale. Primele vor da naștere *celulele foliculare,* iar celelalte la *ovogonii.*

Legătura cordoanelor sexuale cu epiteliul germinativ se rupe la un moment dat, prin interpunerea unei lame conjunctive, numită *albugineea ovarului,* iar cordoanele vor fi mai tîrziu fragmentate de țesutul conjunctiv care poliferează între ele, formîndu-se astfel o mulțime de noduli sau *foliculi.* Fiecare folicul (folicul primar) conține o ovogonie, precum și mai multe celule mici foliculare, totul fiind înconjurat de teci de natură conjunctivă.

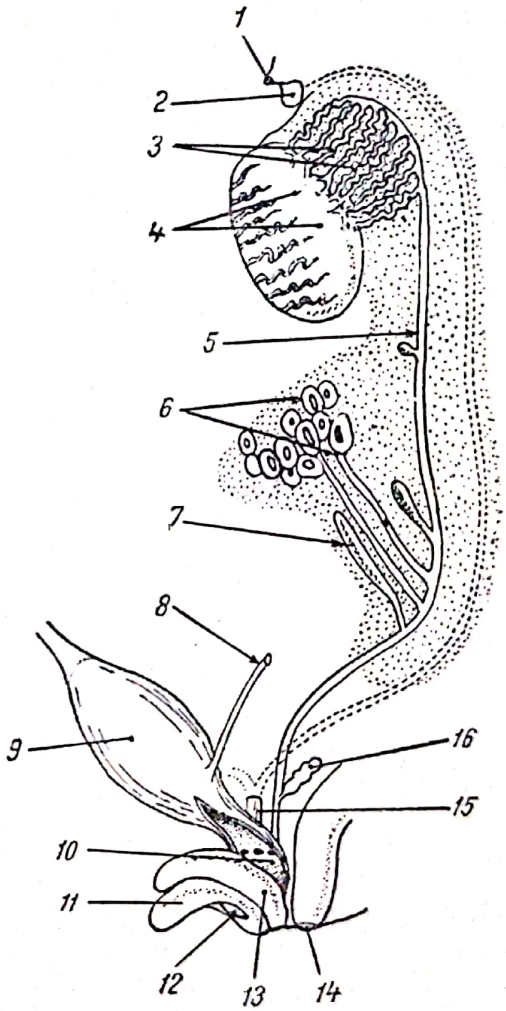


Fig. 185. Dezvoltarea embrionară a aparatului urogenital mascul (din Drăgoiu):

1 — apendicele epididimului; *2* — apendicele testiculului; *3* — epididim; *4* — testicul; *5* — canalul deferent; *6* — paradidim; *7* — canalul aberant; *8* — ureter; *9* — vezica urinară; *10* — sinus urogenital; *11* — penis; *12* — deschiderea sinusului urogenital; *13* — scrotum; *14* — anus; *15* — utricul; *16* — glanda veziculară.

În acest timp se schițează stabilirea unei legături între ovar și partea anterioară a mezonefrosului embrionar vecin. Se formează astfel o *rețea ovariană (rete ovarii)* care se dezorganizează în curînd transformîndu-se în rudimente. La amniote, unde rinichiul funcțional definitiv este un metanefros, se dezorganizează și mezonefrosul rămînînd din el doar rudimente. Partea sa anterioară dă naștere la *epoofron*, partea sa posterioară la *paraofrron* (fig. 186). Se dezorganizează în general și canalul lui Wolff, afară de cazuri mai rare cînd el rămîne și la femele sub formă de tuburi înguste, situate pe marginile uterului și a vaginului (de exemplu, canalele lui Gartner de la vacă).

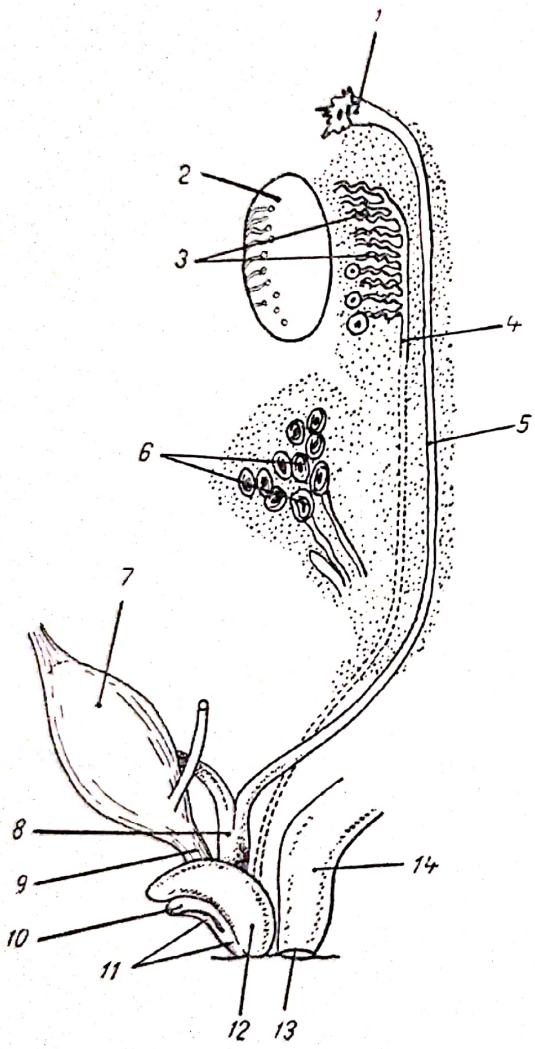


Fig. 186. Dezvoltarea embrionară a aparatului urogenital femel (din Drăgoiu):
1 — infundibulul trompei uterine; *2* — ovar; *3* — epooforon; *4* — canalul longitudinal al epooforonului; *5* — trompa uterină; *6* — parooforon; *7* — vezica urinară; *8* — începutul uterului și al vaginului; *9* — uretra; *10* — clitoris; *11* — sinus urogenital; *12* — buza mare; *13* — anus; *14* — rectum.

La anamniote însă, atît mezonefrosul care reprezintă aici rinichiul definitiv cît și canalul lui Wolff rămîn funcționale; numai legătura schițată în decursul embriogenezei între ovar și partea anterioară a mezonefrosului se dezorganizează.

La toate vertebratele, paralel cu formarea canalelor lui Wolff se formează o altă pereche de canale longitudinale, denumite *canalele lui Müller*. La sexul masculin, așa cum am văzut, aceste canale dispar, rămînînd din ele doar rudimente. La cel femel, canalele lui Müller se dezvoltă la toate vertebratele (afară de Teleostei), dînd naștere la *oviducte*. În timpul embriogenezei, aceste canale stabilesc legături între partea lor anterioară și tubușoarele pronefrotice prevăzute cu nefrostomuri, care vor forma pîlnia oviductului.

În tot lungul oviductului apar diferențieri regionale, legate de producerea învelișurilor oului la ovipare și ovovivipare, precum și de gestație la acestea din urmă și la vivipare. Astfel, partea mijlocie a fiecărui oviduct se dilată formînd *uterusul*, ai cărui pereți se diferențiază în scopul asigurării dezvoltării oului, partea sa posterioară formînd *vaginul*.

Tot în decursul embriogenezei cele două oviducte, care rămîn indepen-

dente la ovipare și ovovivipare, pot concreşte pe o lungime mai mare sau mai mică (mai ales prin porţiunea lor terminală și mijlocie), formîndu-se astfel diferitele tipuri de uterus și de vagin întîlnite la mamifere.

Atît conductele genitale mascule (canalele deferente) cît și cele femele (oviductele) se deschid în faza embrionară în *cloac*, cu excepţia teleosteilor, unde canalele genitale se deschid direct la exterior.

La mamiferele metateriene și euteriene, cloacul se desparte în decursul embriogenezei prin *pintenele perineal* în două camere, deschizîndu-se fiecare prin cîte un orificiu propriu. Iată de ce aceste mamifere sînt uneori denumite și ditreme, prin opoziţie cu monotremele (fig. 187). Camera dorsală sau *sinusul anorectal* se află în continuarea rectumului și se deschide la exterior prin anus. Cea ventrală, de care se leagă și pediculul alantoidei, reprezintă *sinusul urogenital*. Partea anterioară a acestuia va forma vezica urinară și uretra. Partea sa posterioară va da sinusul urogenital propriu-zis sau *canalul urogenital*, care se situează în prelungirea uretrei. La joncţiunea acestora se vor deschide la mascul canalele lui Wolff (devenite canale deferente), astfel încît aici canalul urogenital va servi atît pentru evacuarea uri-

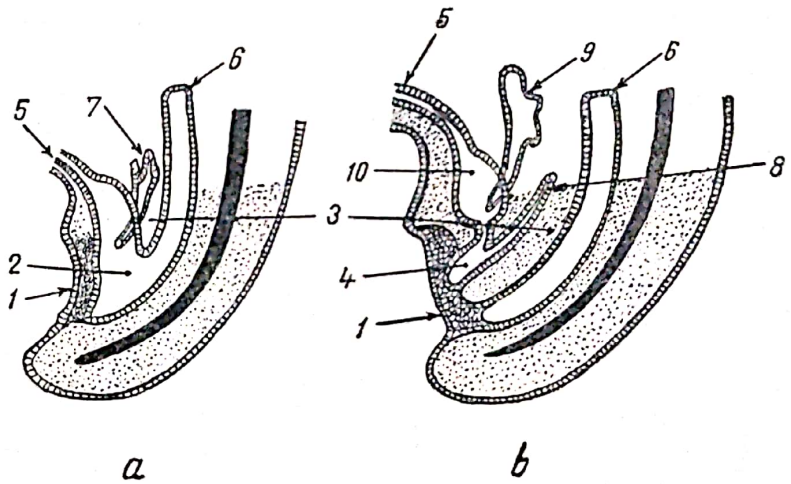


Fig. 187. Dezvoltarea embrionară a regiunii cloacale la mamifere (din Turchini):

a — faza cu cloac; *b* — faza de separare a cloacului prin pintenele perineal:
1 — membrana cloacală; *2* — cloacul; *3* — pintenele perineal; *4* — sinus urogenital; *5* — pediculul alantoidei; *6* — intestinul; *7* — canalul lui Wolff; *8* — cordonul genital; *9* — metanefrosul; *10* — vezica urinară.

nei cît și a spermei. La femele, partea terminală a oviductelor (care reprezintă regiunea vaginală a acestora) se deschide în canalul urogenital. Orificiul extern al sinusului urogenital se află în fundul unui șanţ în formă de crăpătură, denumit *șanţ urogenital* sau *vestibul*.

La vertebratele cu fecundaţie internă, în decursul embriogenezei se dezvoltă la mascul *organe de acuplare* (organe copulatoare) care asi-

gură introducerea spermei în căile genitale ale femelelor. Ele pot avea origini diferite. Făcînd abstracție de organele de acuplare de la unii pești (reprezentate prin aripioarele pelviene), toate celelalte forme de organe copulatoare se formează pe seama cloacului (la *Gymnophioni*, reptile, unele păsări, mamifere).

Aparatul copulator cel mai complicat se formează la mamifere, în decursul dezvoltării lor embrionare. Acesta apare inițial sub forma unei evaginații a peretelui ventral al cloacului, formînd *tuberculul genital*. Pe partea ventrală a acestuia, puțin timp înainte ca cloacul să se împartă într-un sinus urogenital și într-un sinus anorectal, apare un șanț (șanțul uretral).

De pe părțile lateroinferioare ale tuberculului genital se formează două cute ectoblastice, *cutele genitale*, care coboară arcuindu-se și cuprinzînd între ele *orificiul sinusului urogenital*. Ansamblul format din tuberculul genital, cutele genitale, orificiul urogenital este înconjurat de o cută groasă de origine ectoblastică, numită cadru sau *burelet genital* (fig. 188).

Din cele arătate pînă acum, evoluția organelor genitale externe s-a desfășurat în mod asemănător la ambele sexe, constituind etapa indiferentă a acestei dezvoltări; în continuare, ea va decurge diferit la masculi și la femele, constituind etapa de diferențiere sexuală a acestora.

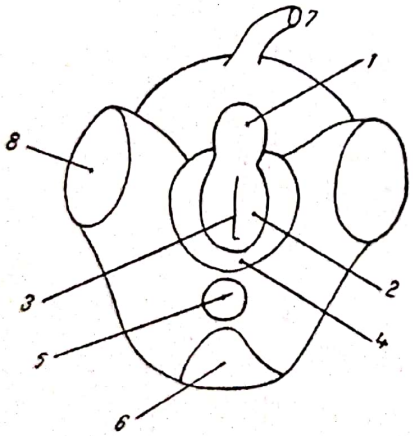
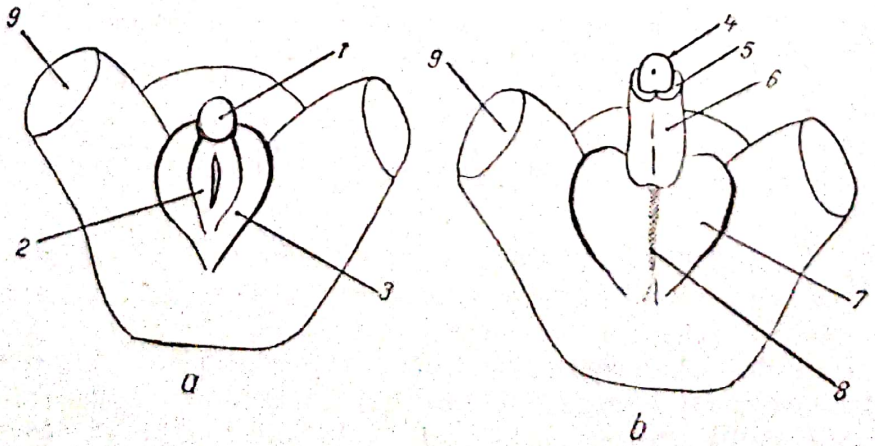


Fig. 188. Dezvoltarea organelor genitale externe, la sfîrșitul etapei indiferente (din Angelescu):

1 — tuberculul genital; *2* — cutele genitale; *3* — șanțul urogenital; *4* — cadrul sau colacul genital; *5* — membrana anală; *6* — mugurele terminal; *7* — cordonul ombilical.

Fig. 189. Etapa diferențierii sexuale a organelor genitale externe (din Angelescu):

a — la femeie; *b* — la bărbat:
1 — clitorisul; *2* — buzele mici; *3* — buzele mari; *4* — glandul; *5* — prepuțul; *6* — penisul; *7* — sacii scrotali; *8* — rafeul scrotal; *9* — membrele inferioare.



Astfel, *la masculi*, tuberculul genital se alungeşte mult, iar capătul său distal se termină printr-o umflătură (glandul sau capul penisului). Cutele genitale se dezvoltă astfel încît marginile lor libere se îndoaie înainte şi se lipesc, închizînd astfel şanţul uretral. În acest mod, din tuberculul genital puternic dezvoltat şi din cutele genitale se formează penisul. Şanţul uretral transformat într-un canal aflat la interiorul penisului va constitui *uretra peniană*. Vestibulul (sau şanţul urogenital) închizîndu-se într-un canal va forma *uretra membranoasă*, iar sinusul urogenital care se află în prelungirea acesteia va da naştere la *uretra prostatică*, în care se deschid canalele ejaculatoare, precum şi orificiile excretoare ale prostatei. Cadrul sau bureletul genital, dezvoltîndu-se la rîndul său, dă *bursele* sau sacii scrotali, în care emigrează testiculele (fig. 189, *b*).

La femelă, tuberculul genital creşte foarte puţin, formînd clitorisul, care la extremitatea sa liberă poartă un gland rudimentar. Cutele genitale dau buzele mici (labiile mici), şanţul urogenital formează vestibulul vaginului, iar şanţul uretral (de la baza tuberculului genital) dă porţiunea preuretrală a vestibulului. Cadrul genital dă naştere la buzele mari (labiile mari) (fig. 189, *a*).

SISTEMUL GENITAL ÎN SERIA VERTEBRATELOR

CICLOSTOMII

Gonada este un organ nepereche şi median, rezultat din fuzionarea a două primordii perechi, sau prin dispariţia uneia din ele. Este situată deasupra intestinului, întinzîndu-se în aproape tot lungul cavităţii generale. Atît ovarul cît şi testiculul păstrează o structură foliculară. Nu există canale de evacuare a gameţilor. Aceştia cad în cavitatea generală, ajung pînă la sinusul urogenital care la *Petromyzontidae* prezintă doi pori genitali pe partea sa dorsală. Prin aceştia, gameţii trec în sinus, fiind apoi expulzaţi afară prin orificiul extern al acestuia. La masculi, orificiul urogenital se deschide în vîrful unei papile (fig. 190). La *Myxine*, pereţii abdominali prezintă un singur por genital, iar la *Bdellostoma* o pereche de pori (situaţi între anus şi orificiul excretor), prin care elementele sexuale mature sînt evacuate la exterior.

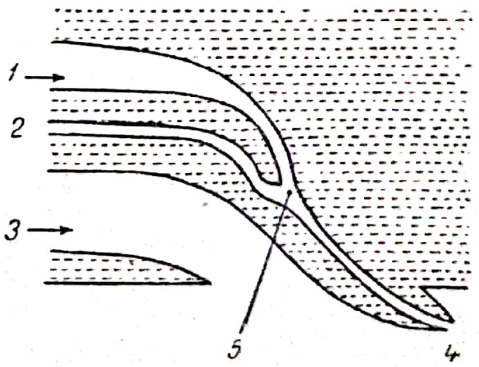


Fig. 190. Schema regiunii urogenitale la *Lampetra* (din Grassé şi Devillers):
1 — celom; 2 — ureter; 3 — rectum; 4 — papila urogenitală; 5 — sinusul urogenital.

La *Petromyzonidae*, gonada tînără nu este sexual diferenţiată, conţinînd atît

elemente genitale mascule cît şi femele. Sexul se precizează însă la maturitate, prin dispariţia uneia din componente.

La *Myxine*, indivizii tineri prezintă, de asemenea, un hermafroditism juvenil, regiunea posterioară a gonadei fiind diferenţiată într-un testicul, cea anterioară într-un ovar. În momentul realizării maturităţii sexuale se dezvoltă numai una din aceste părţi, partea de sex opus rămînînd rudimentară. În acest mod, la femele există la partea posterioară a gonadei funcţionale un rudiment de testicul, iar la mascul în partea anterioară un rudiment de ovar.

PEŞTII

Chondrichthyes. Creasta genitală este foarte alungită, dar numai porţiunea care se află în dreptul părţii anterioare a mezonefrosului se dezvoltă definitiv dînd glanda genitală. Tot restul schiţei embrionare rămîne sterilă, partea anterioară atrofiindu-se, iar partea posterioară dînd un organ cu funcţii necunoscute, denumit *organ epigonal.* La masculi, cele două testicule dezvoltate în dreptul părţii anterioare a rinichiului şi suspendate de peretele dorsal printr-un mezorchium prezintă o structură foliculară (cu mai multe generaţii de foliculi). Sperma este evacuată (fig. 191) spre canalul lui Wolff mai întîi printr-o reţea de canale anastomozate, adeseori reunite printr-un canal longitudinal al testicululi. De aici, prin canale eferente, sperma ajunge în canalul longitudinal al rinichiului genital. În rinichiul genital, calea urmată este reprezentată de unii nefroni (remaniaţi structural şi funcţional). În sfîrşit, sperma ajunge în canalul lui Wolff, a cărui parte anterioară este puternic întortochiată. Ansamblul format din partea întortochiată a canalului lui Wolff şi formaţiunile canaliculare din rinichiul genital formează *epididimul.* Nefronii din porţiunea posterioară a rinichiului genital, care nu servesc la evacuarea spermei, se transformă în tubuşoare secretoare al căror ansamblu formează *glanda lui Leydig.*

Canalul lui Wolff pierde aici funcţia sa uriniferă, devenind exclusiv un spermiduct, deoarece rinichiul excretor (aşa cum au arătat-o lucrările clasice ale prof. I. Borcea) prezintă canale urinifere proprii. Acestea nu se formează însă printr-o înmugurire a canalului lui Wolff şi nu sînt astfel omologe ureterelor secundare de la amniote. Separarea canalelor evacuatoare ale spermei de ale urinei este însă asemănătoare (analogă) cu aceea de la amniote.

La femele, ovarele sînt de cele mai multe ori organe alungite. La multe specii, numai un singur ovar este bine dezvoltat, iar atunci cînd amîndouă există ele sînt de cele mai multe ori asimetrice. Oviductele sînt însă întotdeauna perechi (fig. 192). La extremitatea lor caudală, acestea se deschid în cloac. În tot lungul lor, oviductele prezintă trei părţi diferenţiate: partea anterioară, care aparţine trompei; partea mijlocie, care este cea mai largă şi secretoare reprezentînd o glandă nidimentară, care secretă albumenul şi apoi coaja, de-

Scanned with OKEN Scanner

puse succesiv în jurul ovulului; partea posterioară, dilatată, care formează uterusul. Acesta este mai puternic dezvoltat la formele ovovivipare, la care mucoasa uterină se hipertrofiază în timpul gestației formînd vilozități secretorii care se pun în legătură cu embrionul (legătură devenită posibilă în urma subțierii cojii sau chiar a resorbției sale complete), formîndu-se astfel o pseudoplacentă.

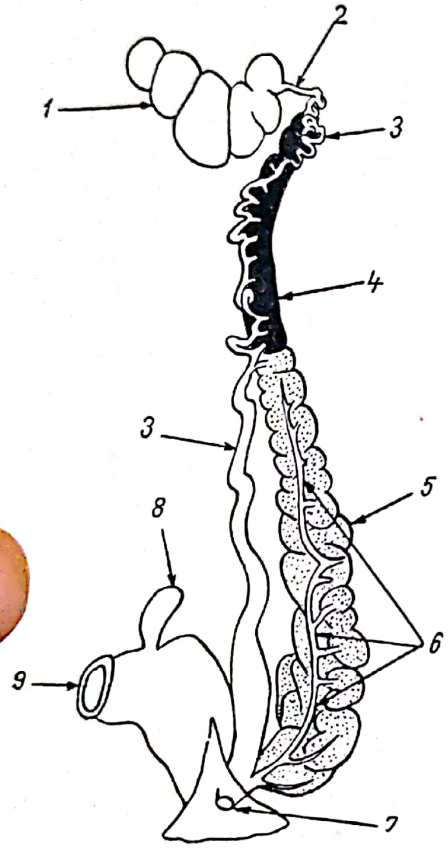


Fig. 191. Sistemul genital și cel excretor la *Torpedo* (mascul) (din Borcea):
1 — testiculul (stîng); *2* — canalicului eferent; *3* — spermiductul (canalul lui Wolff); *4* — glanda lui Leydig; *5* — rinichiul excretor; *6* — ureterul secundar; *7* — orificiul comun al ureterului și al spermiductului; *8* — glanda digitiformă; *9* — rectumul.

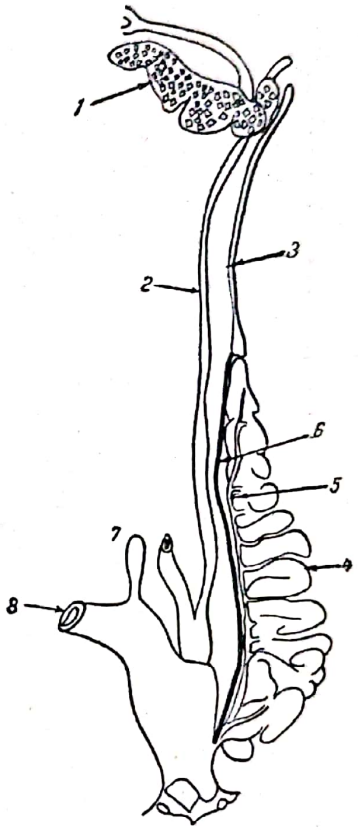


Fig. 192. Sistemul genital și cel excretor la *Torpedo* (femel) (din Borcea):
1 — ovarul nematur (stîng); *2* — oviductul (canalul lui Müller); *3* — glanda lui Leydig rudimentară; *4* — rinichiul excretor; *5* — ureterul secundar; *6* — canalul lui Wolff rudimentar; *7* — glanda digitiformă; *8* — rectumul.

Osteichthyes. La Chondrostei și Holostei, testiculele foarte alungite sînt legate printr-un sistem destul de complicat de canale cu nefronii din partea anterioară a rinichilor prin care sperma este condusă la canalul lui Wolff (v. fig. 184 și 193). Spre deosebire de

Chondrichthyes, întregul rinichi este excretor, partea sa anterioară avînd în plus și funcția de conducere a spermei. De asemenea, și canalul lui Wolff joacă aici rolul de ureter primar și de canal deferent.

Ovarul este, ca la toți reprezentanții grupului *Osteichthyes*, un organ în forma de sac. La Chondrostei și la *Amia* dintre Holostei, ouăle ajunse la maturitate cad în cavitatea generală, de unde trec

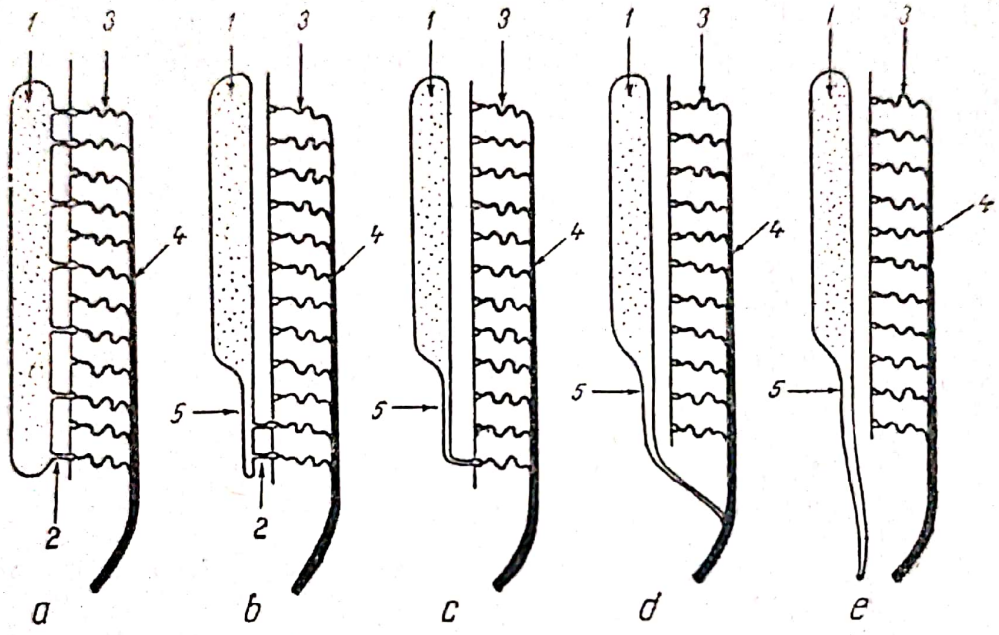


Fig. 193. Canalul deferent la *Osteichthyes* (schemă revizuită, după I h l e):
a — *Acipenser* și *Lepisosteus*; *b* — *Lepidosiren*; *c* — *Protopterus*; *d* — *Polypterus*; *e* — un teleostean:
1 — testicului; *2* — canaliculele eferente ale testicului; *3* — mezonefrosul; *4* — canalul lui Wolff; *5* — canalul deferent secundar.

în oviducte, care se deschid în canalul lui Wolff. La *Lepidosteus* însă, ovarul se prelungește printr-un oviduct care se deschide tot în canalul lui Wolff.

La *Teleostei*, cavitatea fiecărui testicul se prelungește printr-un canal deferent, format ca și gonada din creasta genitală (fig. 194); aceasta, cu excepția salmonidelor unde nu există canal deferent. Aici, partea posterioară a cavității centrale a testicului se deschide într-o diferențiere a celomului, în formă de pîlnie alungită, urmată de un tub care se deschide la exterior prin porul genital (fig. 195). Canalul deferent de la ceilalți Teleostei se deschide fie direct la exterior pe o papilă genitală situată între anus și orificiul urinar, fie în canalul eferent al veziculei urinare, fie într-un scurt sinus urogenital.

La femelă, cavitatea ovariană se continuă în general printr-un oviduct care se unește cu simetricul, dînd un singur canal care se deschide la exterior între orificiul anal și cel urinar. Există însă și numeroase excepții. Astfel, la *Salmonidae*, *Anguillidae*, *Muraenidae*

nu există astfel de oviducte. La primele se formează o pîlnie peritoneală (pereche) larg deschisă înainte, dar îngustată spre partea ei posterioară. Aici, cele două pîlnii simetrice confluează într-un sinus comun care se deschide între anus și porul urinar. La *Anguillidae*, partea posterioară a celomului joacă rolul unei pîlnii peritoneale (de asemenea pereche). Din confluența celor două formațiuni simetrice rezultă un canal unic care se deschide la fel ca la toți ceilalți Te-

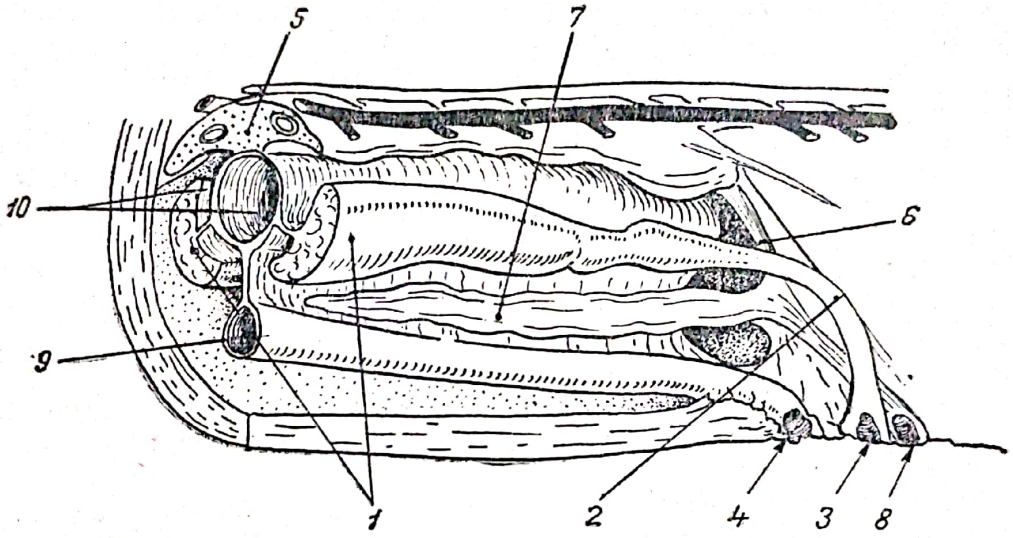


Fig. 194. Sistemul genital mascul și cel excretor la știucă (din Grassé și Devillers):

1 — testiculul; *2* — canalul deferent propriu al testiculului; *3* — orificiul genital; *4* — anusul; *5* — rinichi; *6* — canalul lui Wolff; *7* — vezicula urinară; *8* — orificiul urinar; *9* — intestinul; *10* — vezica gazoasă.

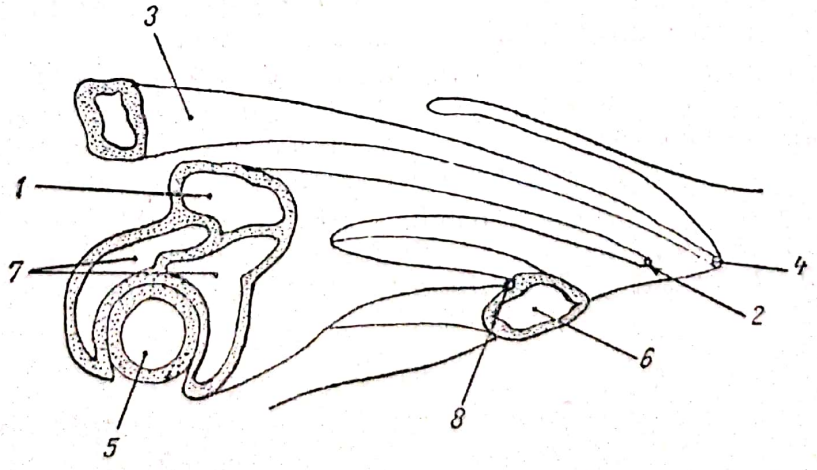


Fig. 195. Formarea pîlniei genitale pe seama celomului la *Salmo* (din Grassé și Devillers):

1 — pîlnia genitală, formată pe seama celomului; *2* — porul genital; *3* — ureterul; *4* — orificiul excretor; *5* — intestinul; *6* — anusul; *7* — restul celomului; *8* — porul abdominal.

leostei. La *Muraenidae*, ambele canale simetrice astfel formate nu mai confluează, deschizîndu-se separat prin două orificii situate în urma anusului.

La unele specii din familiile *Serranidae* şi *Sparidae* se observă existenţa unui hermafroditism simultan, gonada fiind formată din două sectoare distincte, unul fiind un testicul, celălalt un ovar. La *Sparidae*, gameţii masculi şi femeli ajung în mod succesiv la maturitate, în timp ce la *Serranidae* maturitatea este atinsă simultan, astfel încît ele prezintă posibilitatea de autofecundare (*Serranus scriba*, de exemplu).

Dar cazuri de hermafroditism se întîlnesc şi la alte grupe de Teleostei. Astfel, anghilele prezintă un hermafroditism pasager, juvenil, cînd fiecare gonadă prezintă la partea ei anterioară o structură asemănătoare cu aceea a unui ovar, la partea sa posterioară structura sa fiind de tip testicular. Abia mai tîrziu sexul definitiv al gonadei se precizează prin regresarea uneia sau alteia din componente.

De asemenea, s-a observat (printre alţii, O. Necrasov şi G. Gheorghiu) că la crap testiculele pot prezenta pe lîngă elementele spiţei spermatozoidului, şi ovogonii. Mai mult decît atît, unii autori (C. J. Spillmann, de exemplu) afirmă că la această specie se poate observa fenomenul de „schimbare de sex". Astfel, unii masculi (care au depus spermă în primii ani de maturitate sexuală) pot să se transforme în femele funcţionale în al patrulea şi în al cincilea an de viaţă.

La *Dipnoii* de sex masculin, testiculele oferă aceleaşi conexiuni genitourinare pe care le-am întîlnit deja la Holostei (v. fig. 193), observîndu-se totuşi o regresare a acestor conexiuni în următoarea progresie (care nu are însă nici un raport cu filogeneza): *Neoceratodus-Lepidosiren-Protopterus*.

La femele, ovulele sînt eliminate în celom, de unde trec în oviducte care comunică printr-un orificiu larg cu cavitatea generală. Cele două oviducte se reunesc deschizîndu-se apoi în cloac.

Crosopterigienii actuali (şi *Brachiopterygienii)* prezintă două testicule foarte alungite, oferind conexiuni urogenitale foarte apropiate de acelea ale teleosteilor. Ele prezintă fiecare un canal colector propriu care se deschide în canalul de evacuare al veziculei urinare.

La indivizii de sex feminin, ovulele mature cad din ovar în cavitatea generală, de unde trec în pîlnia fiecărui oviduct. Acestea se deschid în sinusul format prin confluenţa canalelor lui Wolff.

AMFIBIENII

Gymnophionii prezintă aparatul genital cel mai simplu, apropiindu-se într-o oarecare măsură de acela al Elasmobranhilor. Testiculele lor prezintă o dispoziţie segmentară, formată în mod secundar prin remanierea crestei genitale continue, din care derivă. Dispozitia segmentară este exprimată în primul rînd prin faptul că fiecare testicul este alcătuit din lobi (fig. 196). Fiecare lob testicular este format din

Scanned with OKEN Scanner

ampule care se deschid, prin canale trensversale, într-un canal central dispus longitudinal, care leagă toţi lobii între ei. Canalele transversale dispuse metameric după ce se deschid în canalul longitudinal al testiculului continuă mai departe şi se varsă într-un alt canal longitudinal, situat în rinichi. Din acest canal renal pleacă conducte transversale scurte, dispuse şi ele metameric, care stabilesc legătura cu

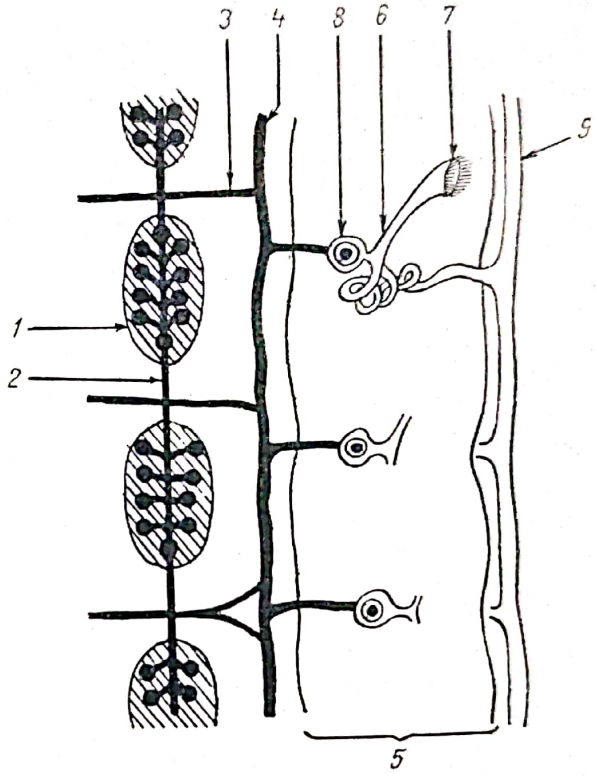


Fig. 196. Schema conexiunilor urogenitale la Gimnofionii masculi (din Grassé):

1 — testicul; *2* — canalul central al testiculului; *3* — canalul eferent; *4* — canalul longitudinal al rinichiului; *5* — rinichiul; *6* — un nefron; *7* — nefrostom; *8* — glomerul; *9* — canalul lui Wolff.

nefronii (şi anume cu cîte un nefron de metamer). Prin intermediul acestora, sperma ajunge în canalul lui Wolff. Aceşti nefroni de legătură au o funcţie dublă, atît genitală cît şi urinară. Toţi ceilalţi nefroni sînt strict excretori. Astfel, partea anterioară a rinichiului mezonefrotic (partea sa genitală) îndeplineşte aici o funcţie dublă, nefiind strict specializată nici pentru excreţie şi nici pentru conducerea spermei. De asemenea, şi canalul lui Wolff nu este exclusiv un ureter primar, cumulînd şi funcţia de spermiduct. Canalul lui Wolff se deschide în cloac.

La femele, ovarele formează o masă alungită, cu o cavitate centrală unică, care se poate prelungi la unele specii cu un canal terminat în fund de sac. La unele forme, aşa cum este *Hypogeophis*, şi femelele prezintă sisteme de canale transversale întîlnite la mascul; ele nu comunică însă aici niciodată nici cu cavitatea ovarului şi nici cu nefronii. Ovulele sînt evacuate prin oviducte (provenite din canalele lui Müller), care se deschid în cloac.

Scanned with OKEN Scanner

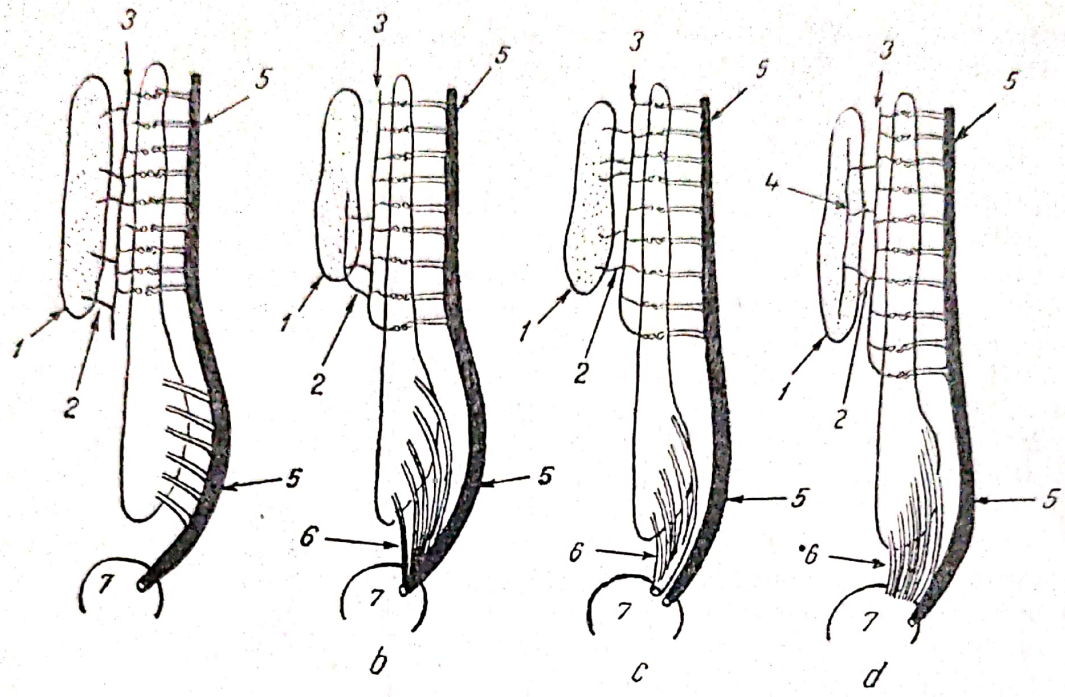


Fig. 197. Conexiunile urogenitale la Urodele (din P. Grassé):
a — Necturus; b — triton; *c — Desmognathus; d — Megalobathrachus:*
1 — testicul; *2* — canalicule eferente; *3* — canalul longitudinal al rinichiului; *4* — canalul longitudinal al testicululi; *5* — canalul lui Wolff; *6* — ureterele secundare ale mezonefrosului; *7* — cloacul.

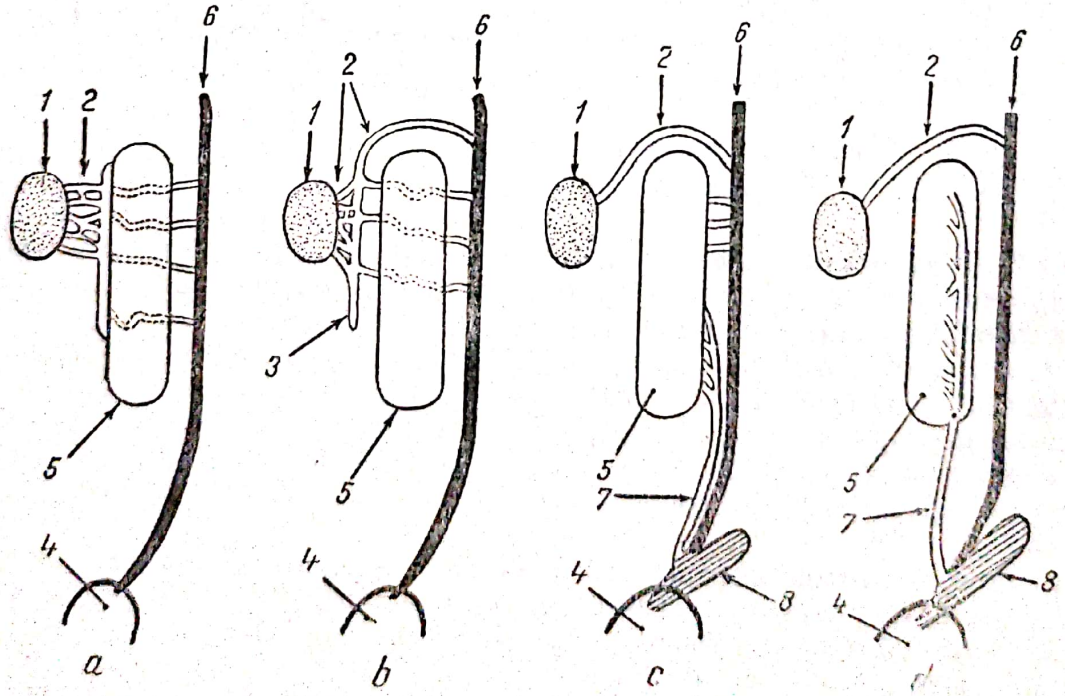


Fig. 198. Conexiunile urogenitale la Anure (din Grassé):
a — Rana; b — Bombinator; c — Discoglossus; d — Alytes:
1 — testicului; *2* — canalele eferente; *3* — canalul longitudinal al rinichiului; *4* — cloacul; *5* — rinichiul; *6* — canalul lui Wolff; *7* — ureter secundar al mezonefrosului; *8* — vezicula urinară.

La *Urodele*, fiecare testicul formează de obicei o singură masă continuă, din care pleacă canale eferente, dispuse transversal, deschizîndu-se într-un canal longitudinal situat pe partea genitală a rinichiului. Ramuri scurte, plecînd din acest canal, conduc sperma spre nefronii acestei porţiuni a mezonefrosului şi, prin aceasta, în canalul lui Wolff. La unele forme, ca *Necturus*, acest canal cumulează atît funcţia urinară cît şi cea de spermiduct, dar la triton şi *Megalobatrachus* canalul lui Wolff devine numai un canal deferent deoarece, aşa cum am văzut în studiul sistemului excretor, partea posterioară, urinară, a rinichiului are canale evacuatoare proprii care se deschid fie în cloac, lîngă deschiderea canalului lui Wolff, fie la extremitatea acestuia (fig. 197).

La femele, ovarele şi canalele lui Müller se aseamănă cu acelea de la *Gymnophiona*. La formele vivipare, aşa cum sînt salamandrele, partea terminală a acestor canale serveşte pentru dezvoltarea ouălor. La unele specii, aşa cum este *Salamandra atra*, gestaţia poate dura cîţiva ani.

La *Anure*, testiculele sînt corpuri ovale, destul de masive, cu structura ampulară (v. fig. 176), situate în dreptul părţii anterioare a rinichilor. Canalele de evacuare ale spermei prezintă dispoziţii destul de variabile (fig. 198). Astfel, la tipul *Rana*, canalul lui Wolff (care cumulează rolul de ureter şi de spermiduct) este în legătură cu testiculul de aceeaşi parte prin sistemul deja întîlnit de canale: canalele eferente, canalul longitudinal al rinichiului, nefronii din partea anterioară a rinichiului şi, în sfîrşit, canalul lui Wolff care se deschide în cloac.

La tipul *Bombina*, în plus faţă de dispoziţiile descrise mai sus, mai apare încă un canal de legătură între testicul şi canalul lui Wolff, care însă nu trece prin rinichi.

La tipul *Discoglossus* nu mai există nici un tub de legătură între testicul şi canalul lui Wolff care să treacă prin rinichi. Sperma trece din testicul în canalul lui Wolff printr-un tub care ocoleşte extremitatea anterioară a rinichiului. Canalul lui Wolff primeşte totuşi şi tubuşoare colectoare ale urinei atît din partea anterioară a rinichiului cît şi din partea sa posterioară. Acestea din urmă se deschid la extremitatea capătului distal al canalului lui Wolff, prin intermediul unui canal longitudinal comun în care se varsă. În acest mod, canalul lui Wolff conduce aici numai o parte din urină, împreună cu spermatozoizii.

În fine, la tipul *Alytes*, canalul lui Wolff a devenit exclusiv un vas deferent, deoarece tuburile colectoare ale urinei se varsă într-un canal longitudinal care se deschide alături de canalul lui Wolff, în cloac.

La femele, fiecare ovar este mai concentrat decît la Gymnophioni şi la Urodele, şi este compus din mai multe pungi ovariene. Ovulele ajunse la maturitate cad în cavitatea generală, de unde pătrund în canalele lui Müller, prin trompele evazate ale acestora. Canalele lui Müller se deschid în cloac, la nivelul unei papile genitale, după ce,

Scanned with OKEN Scanner

la unele forme (ca *Alytes*, *Bufo*), ele s-au unit într-un singur canal. În momentul pontei, aceste canale se hipertrofiază și secretă învelișul gelatinos al ouălor.

Partea progonală (sau anterioară) a crestei genitale care nu s-a dezvoltat pentru a forma gonada nu se dezorganizează totuși complet la Anure, formînd la acestea *corpul adipos* (corpul gras).

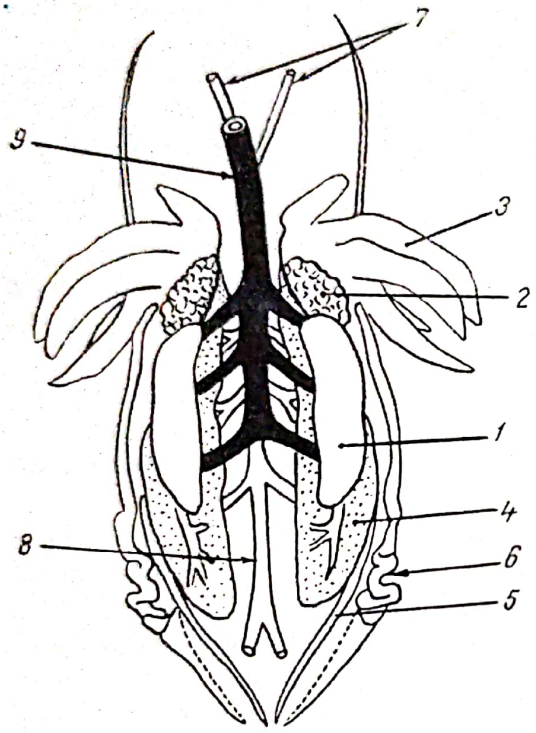


Fig. 199. Testiculul și organul lui Bidder la *Bufo* (din Portmann):
1 — testiculul; *2* — organul lui Bidder la *Bufo* (din Portmann):
1 — testiculul; *2* — organul lui Bidder; *3* — corpii grași (corpii galbeni); *4* — rinichiul (mezonefros); *5* — canalul lui Wolff; *6* — oviductul rudimentar; *7* — rădăcinile (cîrjele) aortei; *8* — aorta; *9* — vena cavă inferioară.

În plus, la toate bufonidele mascule precum și la femelele unor specii, la partea anterioară a gonadei (fie testicul, fie ovar) se găsește o formațiune a cărei structură seamănă cu aceea a unui ovar în miniatură. Această formațiune poartă numele de *organul lui Bidder* (fig. 199). După cercetările lui Harms și Ponse, acest organ este în realitate o schiță de ovar (formată din partea anterioară a crestei genitale), a cărei dezvoltare a fost inhibată de către gonada normală. Dacă aceasta este extirpată, atunci organul lui Bidder își va continua dezvoltarea întreruptă, formînd ovule fecundabile și capabile de o dezvoltare ulterioară.

REPTILELE

Poziția testiculelor (cu structură tubulară) este aici întotdeauna mai posterioară decît la grupele precedente. Căile de evacuare derivă din partea anterioară a mezonefrosului embrionar, care la toate amniotele se remaniază astfel încît devine exclusiv consacrat funcției de conducere a spermei (în timp ce partea sa posterioară, excretoare, se dezorganizează). Canalul lui Wolff devine aici exclusiv un spermiduct (v. fig. 179).

Scanned with OKEN Scanner

Tubuşoarele eferente ale testiculului, care se deschid direct în acest canal, precum şi porţiunea sa iniţială se încolăcesc puternic, formînd epididimul. La Lacertilieni se întîlnesc însă resturile unor dispoziţii care amintesc de cele pe care le-am găsit la anamniote, sub forma unui canal longitudinal intermediar în care se deschid tubuşoarele eferente şi de la care pornesc alte canale care se deschid în canalul lui Wolff (fig. 200).

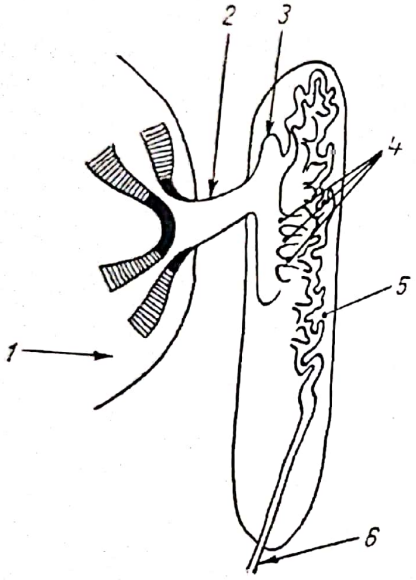


Fig. 200. Schema conexiunilor urogenitale la *Lacerta* (din Grassé şi Devillers):
1 — testicul; *2* — canal eferent; *3* — canal marginal; *4* — canalicul epididimar; *5* — canalul epididimar; *6* — canalul deferent.

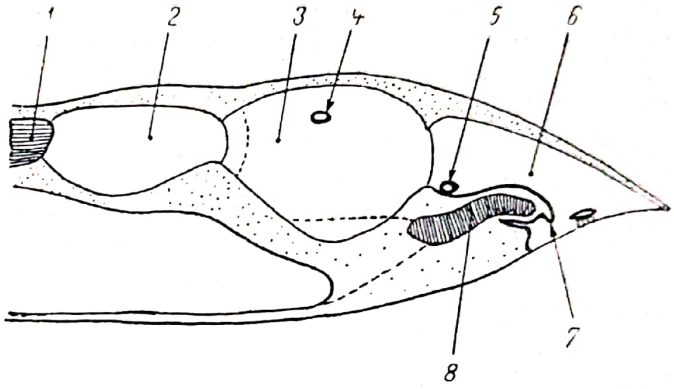


Fig. 201. Secţiune sagitală prin cloacul de la crocodil (din Grassé şi Devillers):
1 — intestinul; *2* — coprodeumul; *3* — urodeumul; *4* — orificiul ureterului; *5* — orificiul canalului deferent; *6* — proctodeumul; *7* — penisul; *8* — corpul fibros al penisului.

Cele două canale deferente se deschid în cloac. La Lacertilieni se întîlnesc şi aici urmele unor dispoziţii mai primitive, dat fiind că ureterul şi canalul deferent din fiecare parte se reunesc, la deschiderea lor, în această cavitate. La celelalte reptile această dispoziţie nu există.

La Chelonieni şi Crocodilieni se observă o compartimentare necompletă a cloacului. Aceasta are drept efect delimitarea parţială la primii a unei porţiuni urogenitale *(urodeum)*, schiţîndu-se astfel un sinus urogenital, în care se deschid atît conductele urinare cît şi cele genitale. Delimitarea urodeumului are loc şi la cel de-al doilea, dar aici se varsă numai ureterele, canalele genitale deschizîndu-se în porţiunea următoare, *proctodeumul*, de origine ectoblastică (fig. 201).

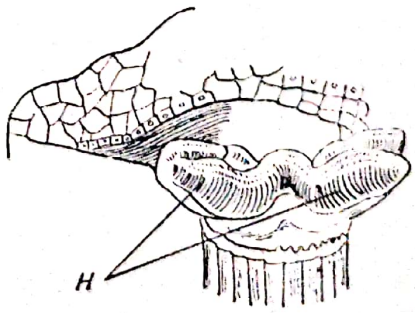


Fig. 202. Organele copulatoare la *Lacerta* (din Grassé şi Devillers):
H — hemipenisurile.

Partea posterioară a cloacului *(proctodeum)* prezintă, la masculii reptilelor, organe copulatoare. Ele sînt de două feluri: la șerpi și șopîrle (fig. 202) acestea sînt reprezentate printr-o pereche de saci, situați sub piele lîngă marginea posterioară a cloacului. Ei nu sînt decît evaginații ale acestuia, putîndu-se devagina la acuplare. Sperma se scurge de-a lungul unui șanț situat pe pereții interni ai fiecăreia din aceste formațiuni. La Chelonieni și Crocodilieni (fig. 201) există un penis format dintr-o îngroșare a pereților părții posterioare a cloacului (proctodeum). El este prevăzut cu un șanț prin care se scurge sperma, precum și cu formațiuni erectile (un corp fibros și un corp spongios).

La femele, cele două ovare sînt așezate în jumătatea posterioară a cavității generale și prezintă adeseori o dezvoltare asimetrică, mai ales la șerpi și unele șopîrle, unde ovarul stîng este sensibil mai mic. Ovarul are forma de ciorchine (din cauza ovulelor telolecite).

Mezonefrosul și canalul lui Wolff au dispărut complet la adult. Canalele lui Müller prezintă cîte o pîlnie care se deschide în celom. Partea următoare a oviductului este aplatisată, destul de încrețită și bogată în glande care secretă albumina, care înconjură ovulul. După un istm scurt, lipsit de glande, urmează o parte dilatată, formînd un uterus cu pereți musculoși, a cărui epiteliu este bogat în glande care vor secreta învelișul solid al ouălor. Tot în uterus are loc dezvoltarea ouălor la speciile ovovivipare. Tractusul genital se termină printr-un vagin scurt care se deschide în cloac.

PĂSĂRILE

Testiculele la păsări sînt așezate la partea anterioară a rinichilor (fig. 203). Sub albuginee se află un receptacul comun în care se varsă tubușoarele seminifere din fiecare testicul. Din acest receptacul, tuburi eferente întortocheate duc sperma în partea anterioară a canalului lui Wolff. Această parte a canalului lui Wolff este foarte întortocheată. Ea formează, împreună cu tuburile eferente, întortocheate și ele, *epididimul*. Restul canalului lui Wolff formează canalul deferent, care poate prezenta uneori, la capătul său distal, o ampulă (vezică) seminală. Cele două canale deferente se deschid independent în cloac. Acesta este subdivizat incomplet în: un *coprodeum* (în care se deschide rectumul), un *urodeum* și un *proctodeum*. Atît canalele deferente cît și ureterele se deschid în urodeum. În proctodeum se deschide *punga lui Fabricius*, organ limfoid, format din noduli sau foliculi limfatici cu rol limfopoetic și hematopoetic, dar prezentînd și un rol endocrin, legat de activitatea gonadelor. Tot în proctodeum, la unele grupe se află și penisul. Structura sa este asemănătoare cu aceea a penisului de la Chelonieni și Crocodilieni.

La femele, în general, cu rare excepții (unele răpitoare), numai ovarul stîng este bine dezvoltat, prezentînd un aspect de ciorchine. Cel drept este redus la un simplu nodul rudimentar (fig. 204). Dacă ova-

Scanned with OKEN Scanner

rul existent este excizat, gonada rudimentară începe să se dezvolte, dînd naştere nu la un ovar, ci la un testicul funcţional, care produce spermatozoizi.

Interpretarea care se dă în general acestui fenomen omologhează gonada rudimentară cu un testicul a cărui dezvoltare a fost inhibată de secreţiile ovarului normal.

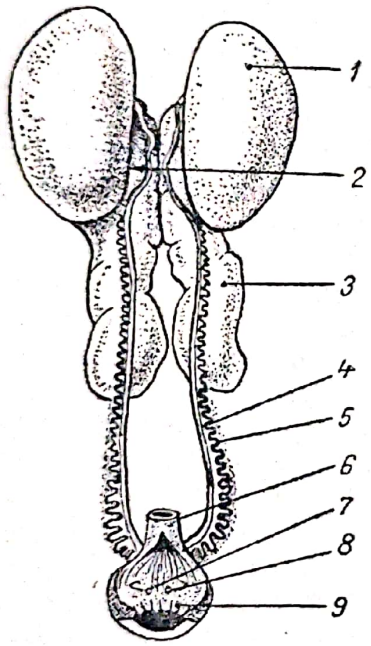


Fig. 203. Sistemul genital masculin la păsări (din Weichert):
1 — testicului; *2* — epididimul; *3* — rinichiul metanefrotic; *4* — ureterul; *5* — canalul deferent; *6* — rectumul; *7* — orificiile ureterelor; *8* — orificiile genitale; *9* — cloacul.

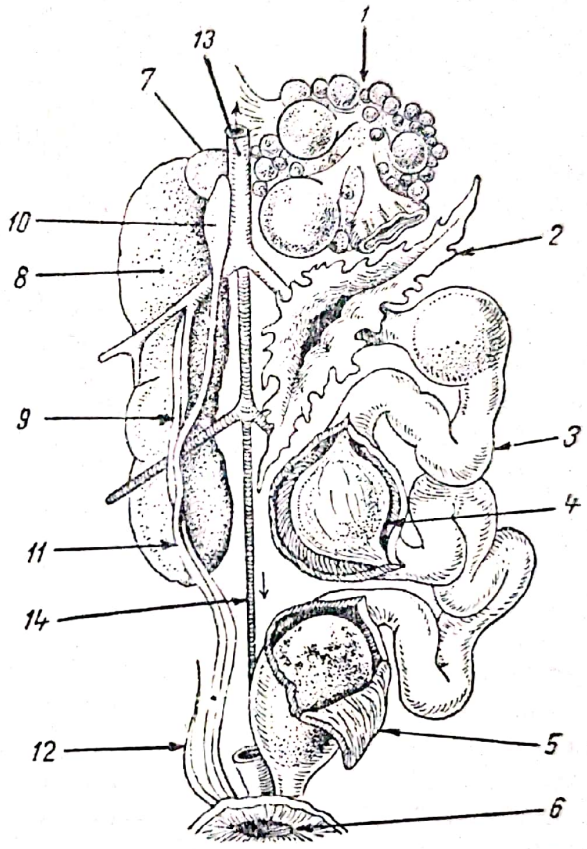


Fig. 204. Sistemul genital femel la păsări (din R. Portmann):
(figura nu prezintă decît rinichiul drept, cel stîng fiind îndepărtat):
1 — ovarul stîng funcţional; *2* — pîlnia oviductului stîng; *3* — porţiunea glandulară a oviductului; *4* — oviductul despicat arătînd ovulul înconjurat de albuş; *5* — oviductul despicat arătînd ovulul înconjurat cu coajă; *6* — cloacul; *7* — capsula suprarenală dreaptă; *8* — rinichiul; *9* — ureterul; *10* — gonada dreaptă rudimentară (testicul nedezvoltat); *11* — canalul deferent drept rămas rudimentar; *12* — oviductul drept, rămas rudimentar; *13* — vena cavă inferioară; *14* — arteră.

Dezvoltarea asimetrică a gonadelor se resfrînge şi asupra oviductelor, dintre care numai cel stîng este prezent, cel drept fiind complet dispărut. La păsările răpitoare, la care există două ovare, canalele lui Müller sînt simetrice.

Scanned with OKEN Scanner

Oviductul este diferenţiat în mai multe regiuni: un *infundibul* prevăzut cu o deschidere în formă de crăpătură; o *trompă* cu rol secretant care produce şalazele, membrana şalaziferă şi pătura de ovalbumină; *istmul*, care secretă membrana cojii; *uterusul* care secretă coaja oului şi formează pigmenţi care o colorează în mod caracteristic pentru fiecare specie; *vaginul* care se deschide în cloac.

MAMIFERELE

Testiculele sînt întotdeauna în număr de două. Ele au o formă ovală şi sînt acoperite la exterior de un epiteliu sub care se află tunica albuginee, de natură fibroasă, fiind învelite la exterior de peritoniu. Spaţiul intern este împărţit prin septe în loji, al căror interior este ocupat de *tubuşoare seminipare*, puternic întortocheate, care se pun în legătură cu reţeaua testiculară *(reţeala lui Haller)* prin *tubuşoarele drepte*. Reţeaua lui Haller este la rîndul ei în legătură cu *tubuşoarele mezonefrotice*, puternic conturnate, care devin canalele eferente ale testiculului. Ele se deschid în porţiunea anterioară a canalului lui Wolff, porţiune şi ea puternic încolăcită şi denumită *canalul epididimar* sau *canalul epididimului*. Întreaga formaţiune compusă din canalele eferente şi canalul epididimului poartă numele de *epididim*, la care se poate distinge în mod obişnuit un cap, un corp şi o coadă (v. fig. 177). Canalul epididimului se continuă cu *canalul deferent*. Acesta, după confluenţa sa cu *vezicula seminală*, devine un *canal ejaculator*, vărsîndu-se la baza uretrei la mamiferele ditreme. La acestea, uretra se prelungeşte în penis. La monotreme, canalele deferente se deschid într-un *canal urogenital* care se varsă în cloac.

Canalele evacuatoare ale spermei prezintă numeroase *glande anexe*. Unele din ele derivă din extremitatea canalului deferent, aşa cum este vezicula seminală. Altele derivă din sinusul urogenital, aşa cum sînt *prostata* (cu poziţie proximală) şi *glandele bulbo-uretrale* sau *glandele lui Cowper* (cu poziţie mai posterioară). Acestea din urmă sînt singurele glande care există la monotreme.

Poziţia testiculelor variază mult de la specie la specie, în funcţie de gradul lor de migrare spre locul lor definitiv de la adult.

În cursul formării lor, testiculele apar întotdeauna în apropierea imediată a părţii anterioare a mezonefrosului. În timpul dezvoltării ele pot suferi o migrare spre partea posterioară (fig. 205), migrare a cărui mecanism a făcut obiectul unor cercetări îndelungate fără însă ca autorii care s-au ocupat de această problemă să fi ajuns la păreri concordante.

La unele grupe (Monotreme, Proboscidieni, Sirenieni, Cetacee, Insectivore, Bradipodide), testiculele rămîn toată viaţa în cavitatea abdominală, caracter cunoscut sub termenul de *criptorchidie*.

La alte forme, migraţia testiculelor le aduce în afara cavităţii abdominale, în burse sau saci scrotali, caracter denumit *exorchidie*

Scanned with OKEN Scanner

(fig. 205). Canalul care reunește cavitatea generală și cavitatea din interiorul scrotumului (canalul inguinal) poate să rămînă uneori deschis. În acest caz, testiculele descind din abdomen în cavitatea scrotală, numai periodic, în timpul perioadei de înmulțire (a rutului), după care ele revin în cavitatea abdominală. Acest fenomen poartă numele de *exorchidie temporară* și se întîlnește la unele rozătoare, unele insectivore, chiroptere, unele primate. În sfîrșit, în alte cazuri, canalul inguinal se închide și testiculele rămîn în permanență închise în bursele scrotale (la Carnivore, Ecvide, multe Primate, inclusiv omul). Acest fenomen poartă numele de *exorchidie permanentă.*

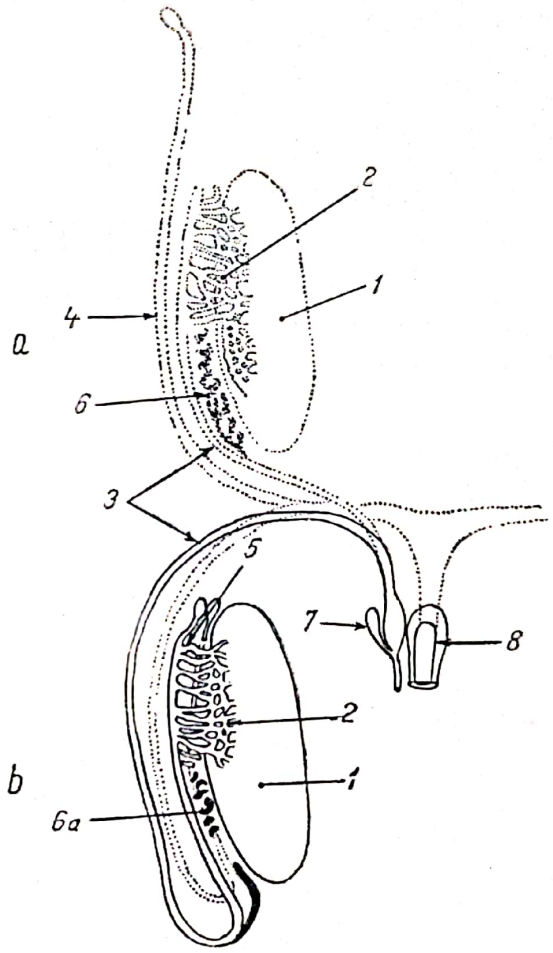


Fig. 205. Schema organelor genitale masculine la om, înainte de coborîrea testiculleor (*a*) și după coborîre (*b*) (din I h l e):
1 — testiculul; *2* — rețeaua lui Haller; *3* — canalul deferent (canalul lui Wolff); *4* — canalul lui Müller (rudimentar); *5* — epididimul; *6* — resturile mezonefrosului; *6, a* — paradidimul; *7* — vezicula seminală; *8* — uterusul masculin (rudiment din canalul lui Müller).

Atunci cînd testiculele sînt așezate în afara abdomenului și epididimul are aceeași poziție, canalul deferent precum și vasele și nervii testiculari formează un *cordon spermatic,* care pătrunde în cavitatea abdominală prin canalul inguinal. În cavitatea abdominală, canalul deferent se îndreaptă spre uretră, în care se va deschide prin porțiunea sa terminală (canalul ejaculator).

Aparatul copulator este reprezentat prin penis. Modul de formare a acestuia a fost deja arătat la începutul acestui capitol.

La Monotreme, penisul se află în interiorul cloacului (fig. 206), înconjurat de o cută a mucoasei acestuia, putîndu-se proiecta la exterior și retrage înapoi în cloac. În comparație cu penisul de la reptile și păsări, acest organ este aici mai evoluat, șanțul de scurgere a spermei fiind complet închis și formînd un canal. Acest canal începe printr-o deschidere așezată la baza deschiderii uretrei în cloac. Cînd orificiul acesteia se închide, sperma se scurge în canalul penisului, în loc să se scurgă în cloac.

La mamiferele ditreme, o dată cu împărțirea cloacului într-o porțiune rectală și un sinus urogenital (v. fig. 187), canalul penisului în-

Scanned with OKEN Scanner

tră direct în legătură cu acesta, servind atît la evacuarea spermei cît și a urinei.

Penisul se află situat la exterior, înconjurat de un repliu al pielii ce formează o teacă vaginală. La marsupiale, insectivore, unele rozătoare, penisul este situat foarte aproape de anus și teaca sa vaginală

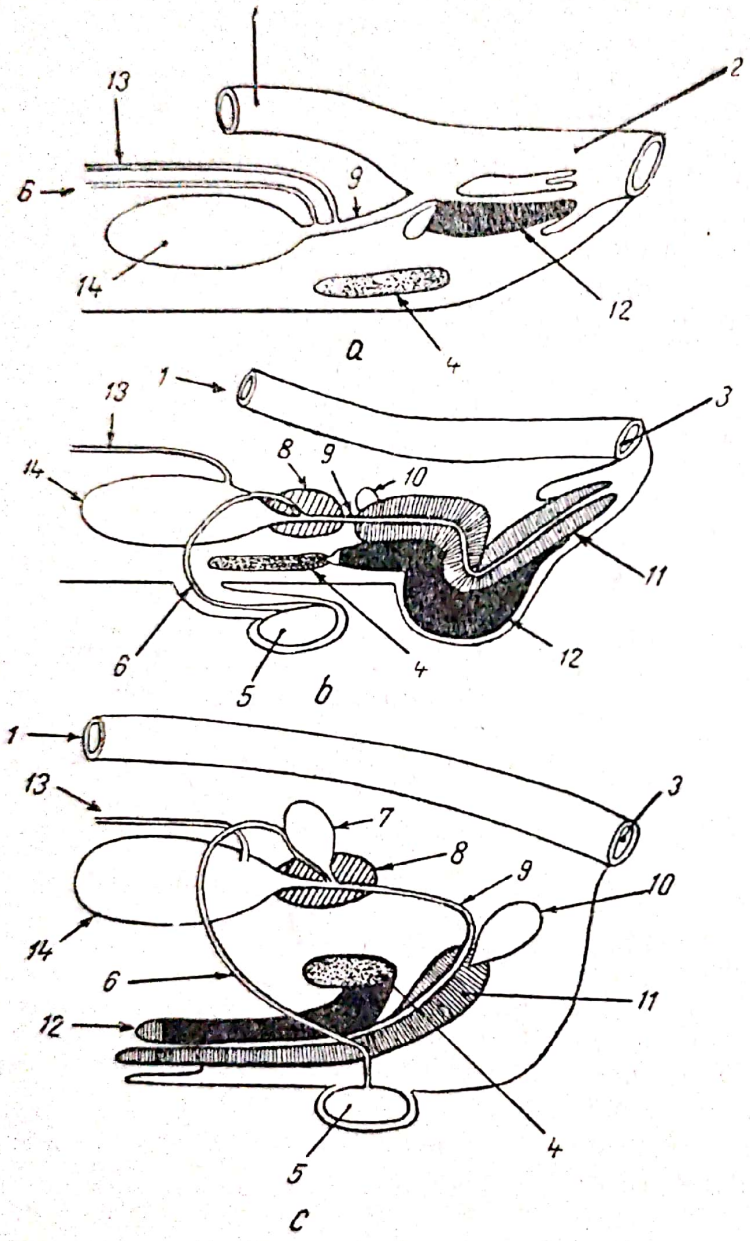


Fig. 206. Scheme ale structurii organelor genitale mascule la Monotreme (*a*), Marsupiale (*b*) și la Euterieni (*c*) (după M. Weber din Kälin):
1 — intestinul; *2* — cloacul; *3* — anusul; *4* — simfiza; *5* — testiculul; *6* — canalul deferent; *7* — vezicula seminală; *8* — prostata; *9* — uretra; *10* — glanda lui Cowper; *11* — corpul spongios; *12* — corpul cavernos; *13* — ureterul; *14* — vezica urinară.

este înconjurată de un sfincter comun cu acela al anusului, reprezentînd o reminiscență a cloacului. La celelalte mamifere, distanța între anus și penis se mărește.

La Marsupiale, testiculele sînt așezate înaintea penisului, care este îndreptat spre partea posterioară, în timp ce la euteriene penisul este așezat înaintea testiculelor, stînd mai mult sau mai puțin orizontal

sub abdomen şi cu vîrful îndreptat înainte, fie avînd o poziţie liber suspendată (ca la om) (fig. 206).

Penisul conţine un corp fibros erectil, fie pereche, fie nepereche, precum şi un corp spongios, de asemenea erectil, care înconjură uretra peniană şi formează la capătul distal al organului o dilatare, gland sau cap, putînd prezenta forme diferite. La Marsupiale, capătul penisului este adeseori bifid, corespunzător vaginului dublu al femelelor.

La unele specii, teaca vaginală formează un repliu în jurul vîrfului penisului, denumit *prepuţiu*. Pe faţa internă a acestuia se pot deschide *glande prepuţiale*, care produc o substanţă aromată (de exemplu, la castor).

La foarte multe grupe de mamifere (marsupiale, rozătoare, chiroptere, carnivore — atît fisipede cît şi pinipede — cetacee, lemurieni şi unele maimuţe) se dezvoltă la partea anterioară a corpului fibros o formaţiune osoasă, denumită *os penian*.

Femelele prezintă întotdeauna două ovare, situate în dreptul părţii posterioare a metanefrosului, unde ajung în urma unei migraţii embrionare (fig. 207).

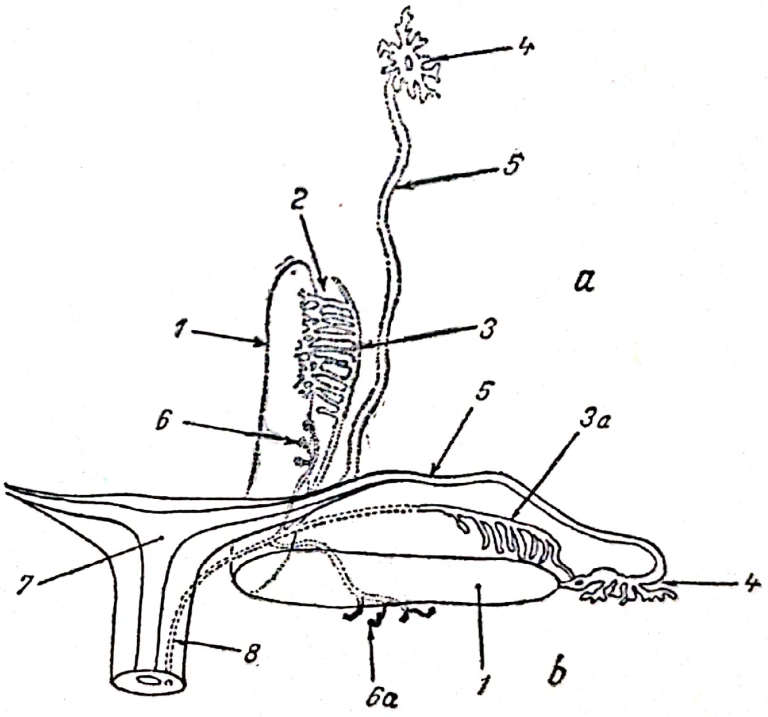


Fig. 207. Schema organelor genitale feminine la om, înainte (*a*) şi după descinderea ovarelor (*b*) (din Ihle):
1 — ovarul; *2* — reţeaua ovariană rudimentară; *3* — tuburile eferente şi canalul lui Wolff rudimentare; *3a* — epooforon; *4* — pîlnia şi orificiul canalului lui Müller; *5* — canalul lui Müller (oviduct); *6* — resturile mezonefrosului; *6a* — paraooforon; *7* — uterusul; *8* — canalul lui Gartner (rudimentar).

Ovarele monotremelor diferă mult de acelea ale celorlalte mamifere. Ovarul stîng este mult mai dezvoltat decît cel drept (care este aproape rudimentar); este divizat în lobi conţinînd ovule bogate în vitelus, ceea ce îi dă un aspect de ciorchine, la fel ca la păsări. Zona medulară prezintă încă spaţii în formă de fante, umplute cu limfă (v. fig. 180, *b*).

La celelalte mamifere, ambele ovare sînt bine dezvoltate, au o formă rotunjită sau ovoidă, prezentînd o ușoară lobulație externă doar la marsupiale. Zona medulară este compactă, lipsită de goluri (v. fig. 180, *c*).

Foliculii ovarieni de la monotreme sînt foliculi plini (fig. 180, *b*), fiind formați dintr-un ovocit central, înconjurat de trei învelișuri dispuse concentric: *pătura granuloasă*, formată din celule foliculare, aplicate pe ovocit, apoi *teaca internă*, constituită din celule și *teaca externă*, de natură fibrilară. La euterieni, foliculii prezintă o cavitate foliculară *(foliculii lui de Graaf* sau foliculii veziculoși), în interiorul păturii granuloase formîndu-se o cavitate *(antrum)* (fig. 180, *c*), în care proeminează ovocitul înconjurat de o coroană de celule foliculare. Aceste formațiuni sînt înconjurate apoi de cele două teci conjunctive.

Înainte de a expulza ovulul, foliculii cresc mult și fabrică un hormon, *foliculina* (sau oestronul) preluat de sînge *(hemocrinie)*. El sensibilizează uterusul la acțiunea unui alt hormon, *luteosteronul*, secretat de celulele foliculare hipertrofiate (rămase după expulzarea ovulului) care constituie *corpul galben*. Sub acțiunea acestor doi hormoni mucoasa uterină suferă modificări importante, care o pregătesc pentru a primi ovulul fecundat (implantare) și pentru a-i oferi condițiile necesare pentru dezvoltarea sa ulterioară.

Ovulul matur cade în cavitatea abdominală (prin ruperea foliculului și a peretelui ovarian), de unde trece în *oviducte* (canalele lui Müller), formate din trei părți: *trompele lui Fallope* (care se deschid prin-

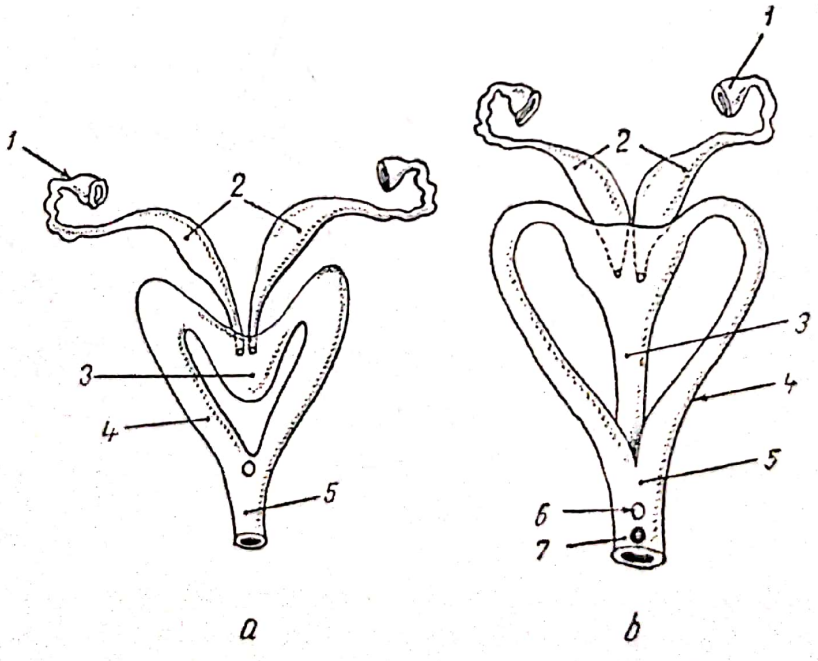


Fig. 208. Organele genitale femele la marsupiale (din Romer):
a — la *Opossum*; *b* — la *Macropus*:
1 — trompele; *2* — uterusul; *3* — sinusul vaginal; *4* — vaginul lateral; *5* — sinusul urogenital; *6* — orificiul uretrei; *7* — orificiul sinusului vaginal.

tr-o pîlnie franjurată în cavitatea abdominală), *uterusul* și *vaginul* (fig. 207).

La Monotreme, cele două oviducte rămîn separate, deschizîndu-se fiecare în mod independent în porțiunea urogenitală a cloacului. Trecînd prin trompe, ouăle sînt înconjurate de ovalbumina secretată de acestea, iar în uterus de o membrană pergamentoasă subțire.

La celelalte mamifere (Ditreme), cele două oviducte fuzionează pe o lungime mai mare sau mai mică. Astfel, la marsupiale (fig. 208), ele nu fuzionează decît prin porțiunile anterioare ale vaginurilor, formîndu-se astfel un *sinus vaginal*, care se continuă spre partea posterioară prin părțile rămase necontopite ale celor două vaginuri. Acestea se deschid fiecare în mod independent în *sinusul urogenital*. Sinusul vaginal formează o prelungire conică îndreptată spre partea posterioară care atinge sinusul urogenital. Pereții care le separă se perforează în mod obișnuit la prima naștere, formîndu-se astfel un pseudovagin (sau al treilea vagin), prin care este expulzat embrionul. La partea anterioară a sinusului vaginal se deschid uterusurile, fiecare în mod inde-

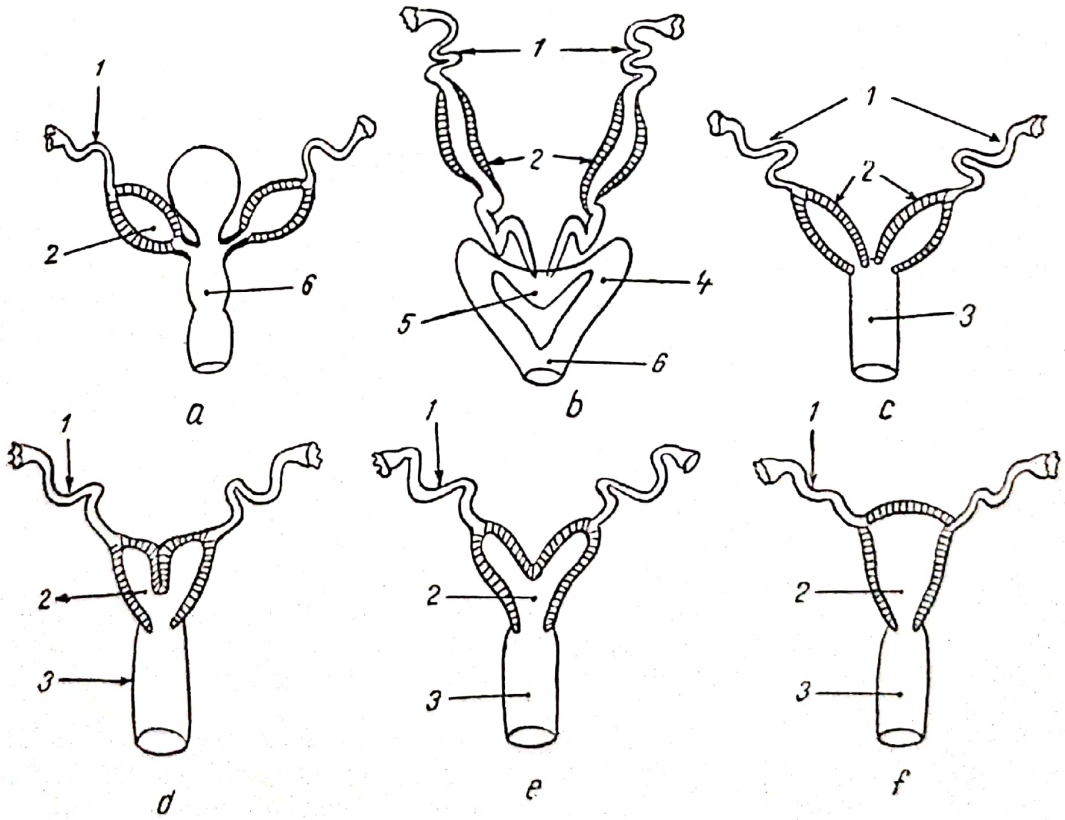


Fig. 209. Formele uterusului la mamifere (din Kälin):
a — la Monotreme; *b* — la Marsupiale: *c* — uterus dublu; *d* — uterus bipartit; *e* — uterus bicorn; *f* — uterus simplu:
1 — trompele uterine; *2* — uterusul; *3* — vaginul; *4* — vaginul lateral; *5* — sinusul vaginal; *6* — sinusul urogenital.

pendent. Din cauza acestor caracteristici ale oviductelor, marsupialele au fost denumite și didelfe.

La euterieni, cele două oviducte sînt întotdeauna fuzionate, cel puțin prin porțiunile lor vaginale, formîndu-se un vagin unic, care se prelungește la partea posterioară cu *vestibulul*, caracter exprimat prin termenul de monodelfe. În ceea ce privește porțiunile uterine (fig. 209), ele pot rămîne independente, deschizîndu-se fiecare aparte în vagin *(uterus dublu)*, ca de exemplu la rozătoare, la elefant. Alteori, ele se pot reuni numai prin părțile lor distale, deschizîndu-se astfel printr-un orificiu comun în vagin *(uterus bipartit)*, ca de exemplu la Carnivore, Cetacee, Suine. Dacă fuzionarea atinge o porțiune mai lungă a organului, atunci se formează un *uterus bicorn*, ca la insectivore, imparicopitate, lemurieni.

În sfîrșit, uterusurile pot fuziona complet, formînd un uterus unic (sau *uterus simplu*), ca la maimuțe și om.

Organele genitale externe sînt reprezentate, la femele, prin buzele mari, buzele mici care delimitează vestibulul și clitorisul, a căror omologie cu organele sexuale externe de la mascul a fost deja descrisă.

SISTEMUL GENITAL LA OM

SISTEMUL GENITAL MASCULIN

Sistemul genital este alcătuit la bărbat din **testicule,** care elaborează sperma, **canalele de evacuare** a acesteia, la care sînt anexate unele **organe accesorii** (glandele veziculare, prostata, glandele lui Cowper), precum și o formațiune erectilă dezvoltată în jurul ultimului segment excretor (uretra), constituind *organul copulației* sau penisul (fig. 210).

Testiculul este un organ pereche care produce celulele sexuale mascule, dar pe lîngă acestea conține și elemente cu rol endocrin.

Testiculele apar în decursul dezvoltării embrionare în regiunea lombară, dar la sfîrșitul lunii a treia încep să migreze spre regiunea inguinală și ajung în pungile scrotale înainte de sfîrșitul vieții foetale (v. fig. 205). În unele cazuri, testiculele pot să se oprească în cursul migrației lor și să se fixeze într-un punct mai mult sau mai puțin îndepărtat de scrotum. Această anomalie a primit numele de *ectopie* (sau criptorchidie) *testiculară*, dispoziție în care nu are loc producerea de spermatozoizi.

Testiculul are o formă ovoidă, o lungime de 4—6 cm și o greutate de circa 25 g. El prezintă două fețe — internă și externă, doi poli — superior și inferior, și două margini — anterioară și posterioară.

Structura testiculului. Sub seroasa peritoneală care-l învelește, testiculul prezintă o învelitoare proprie, albugineea, formată din straturi suprapuse de fibre conjunctive, paralele între ele în cadrul fiecărui strat, dar perpendiculare în straturile succesive. Albugineea pătrunde

Scanned with OKEN Scanner

în interiorul testiculului în regiunea marginii sale posteroinferioare formînd o îngroşare fibroasă, numită *mediastinul* testiculului sau *corpul lui Highmore*, care cuprinde vase sanguine şi o reţea de canale cunoscută sub numele de *reţeaua lui Haller (rete testis)* (fig. 211).

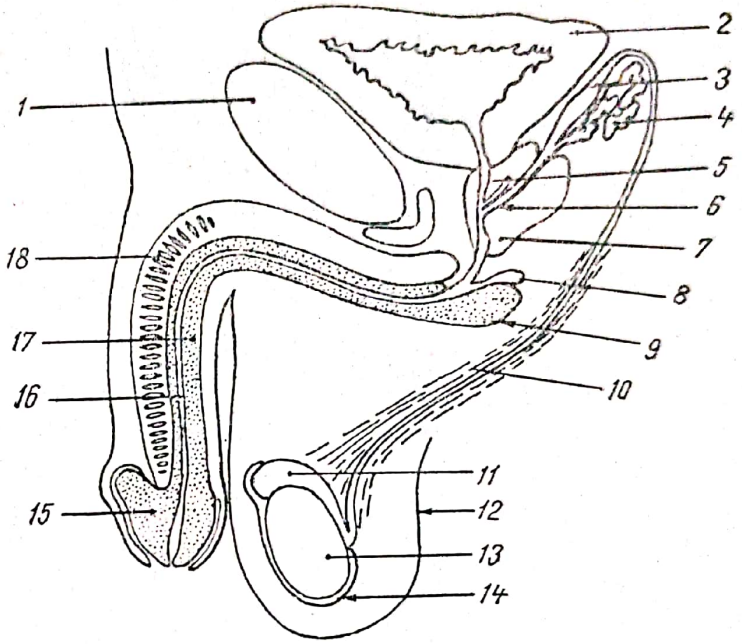


Fig. 210. Schema aparatului genital mascul la om (din Drăgoiu):

1 — simfiza pubiană; *2* — vezica urinară; *3* — ampula canalului deferent; *4* — vezicula seminală; *5* — utricula prostatică; *6* — canalul ejaculator; *7* — prostata; *8* — glanda bulbouretrală; *9* — bulbul uretral; *10* — canalul deferent; *11* — capul epididimului; *12* — scrotum; *13* — testiculul; *14* — tunica vaginală; *15* — glandul penisului; *16* — uretra; *17* — corpul spongios; *18* — corpii cavernoşi.

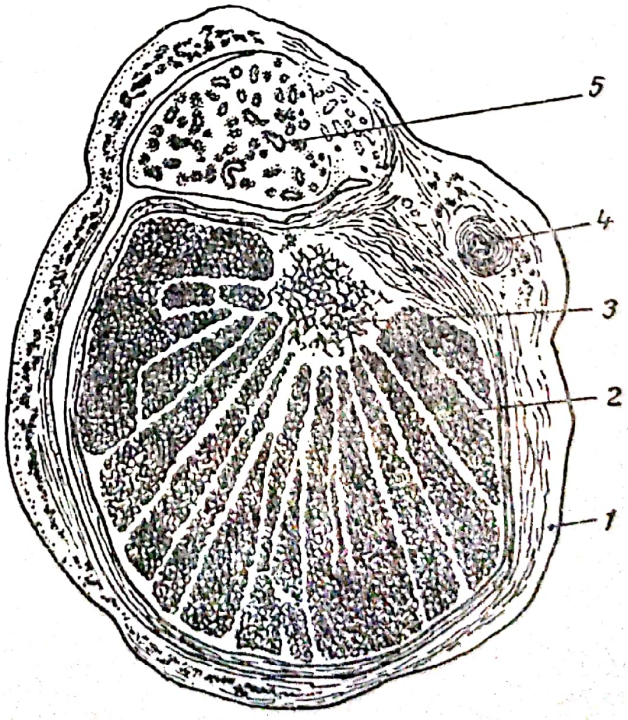


Fig. 211. Secţiune prin testicul de copil (din Drăgoiu):

1 — albugineea; *2* — lobul testicular; *3* — corpul lui Highmore; *4* — canalul deferent; *5* — canalul epididimului.

Din corpul Highmore pornește un sistem de *lamele conjunctive (septula testis)* care separă țesutul propriu al testiculului într-o serie de *loji*. Într-un testicul se găsesc 200—300 de loji și în fiecare lojă 3—4 *canale* sau *tuburi seminifere* sau seminipare încolăcite, ceea ce reprezintă 900—950 de canale pentru fiecare testicul. Diametrul canalelor

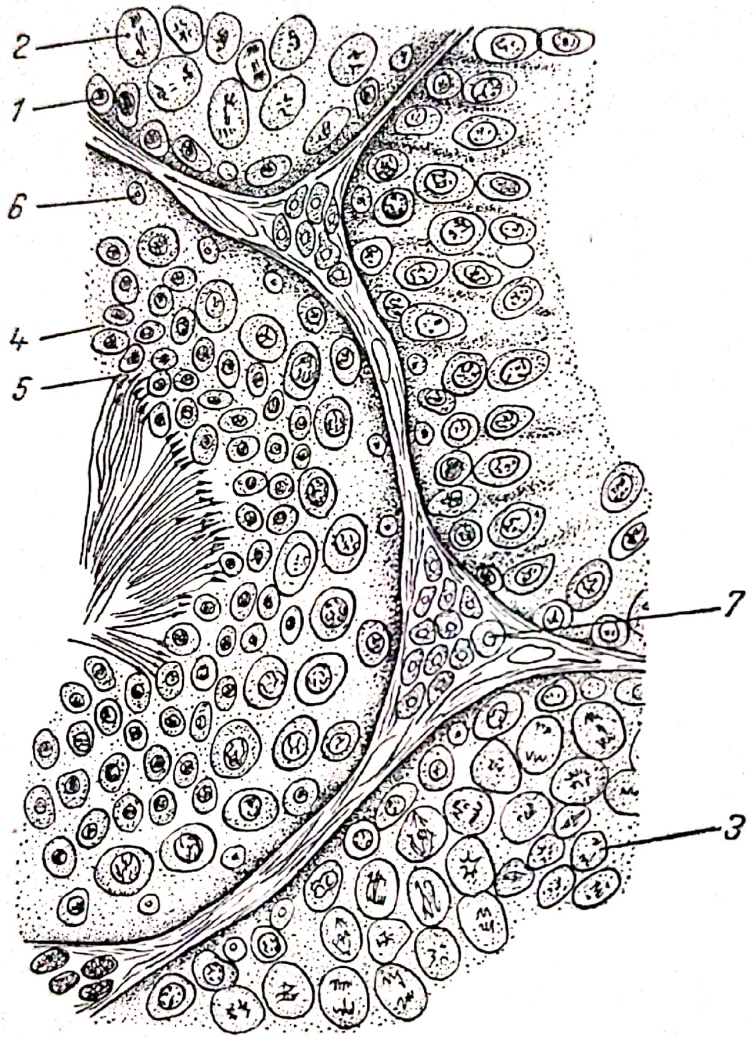


Fig. 212. Secțiune prin testiculul de șobolan:
1 — spermatogonii; *2* — spermatocite de generația I; *3* — spermatocite de generația II; *4* — spermatidii; *5* — spermatozoizi; *6* — nucleul unei celule a lui Sertoli; *7* — glanda interstițială.

seminifere este de 150—200 μ, lungimea lor fiind în medie de 90 cm. Punînd cap la cap toate canalele unui testicul se ajunge la o lungime totală de 800—850 m.

Fiecare tub seminifer (fig. 212) conține *celule ale lui Sertoli* și *celule sexuale*. Celulele sexuale sînt reprezentate prin *spermatogonii*, *spermatocite* I, *spermatocite* II, *spermatide* și *spermatozoizi*. Toate la un loc constituie „linia seminală".

Un spermatozoid definitiv constituit este format dintr-un cap, o piesă intermediară și o coadă (fig. 213). Capul, lung de 4—6 microni, conține nucleul și o glugă cefalică care conține un acrozom. În partea anterioară a piesei intermediare se găsește un centriol. De la el pleacă un filament axial format dintr-un mănunchi de 10 perechi de microtu-

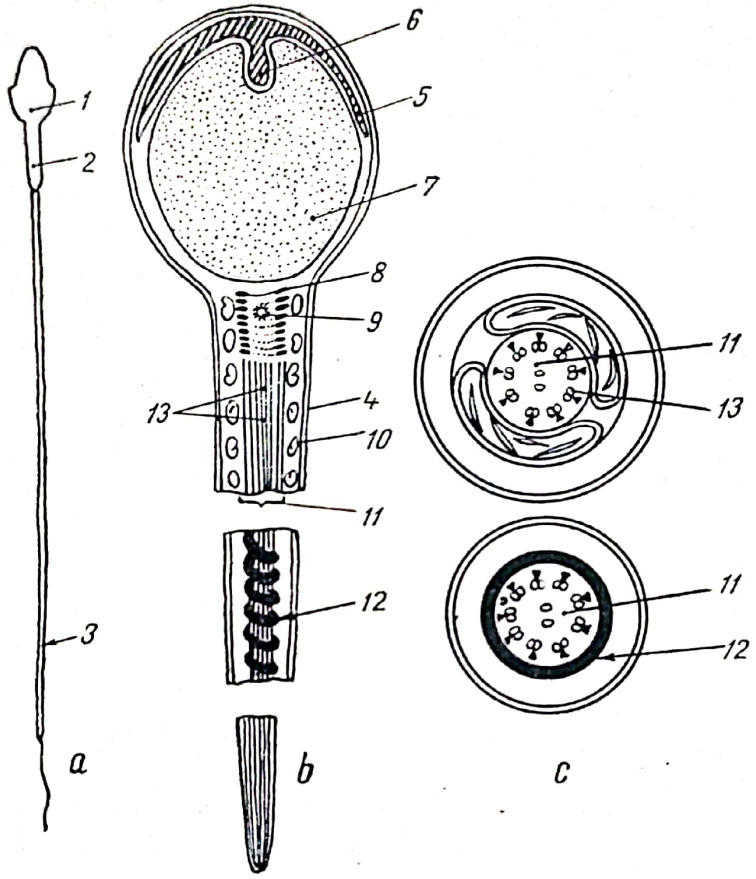


Fig. 213. Spermatozoidul uman (din Steopoe):
a — spermatozoidul în microscopia optică; *b* — spermatozoidul secționat longitudinal văzut la microscopul electronic; *c* — secțiuni transversale în piesa intermediară și coada spermatozoidului văzute la microscopul electronic:
1 — capul; *2* — piesa intermediară; *3* — coada; *4* — plasmalema; *5* — scufia cefalică; *6* — acrozomul; *7* — nucleul; *8* — teancul de discuri perforate; *9* — centriolul; *10* — mitocondriile; *11* — filamentul axial; *12* — fibrilele în spirală; *13* — protofibrilele filamentului axial.

buli care străbat piesa intermediară și coada. Piesa intermediară, cu o lungime de 6—10 microni, mai conține un filament spiral învîrtit în jurul filamentului axial și rezultat din contopirea mitocondriilor. Coada, lungă de 50—60 microni, este formată din filamentul axial și citoplasmă.

Se admite că 1 cm^3 de lichid spermatic conține aproximativ 100 de milioane de spermatozoizi. Dacă sînt mai puțini, bărbatul este steril.

Scanned with OKEN Scanner

Elementele liniei seminale sînt foarte sensibile şi, prin urmare, pot fi uşor alterate sau distruse. Aceste elemente sînt în special sensibile la razele X; după o expunere mai mult timp la radiaţii, ele degenerează în timp ce celulele lui Sertoli persistă. Ele sînt, de asemenea, foarte sensibile la avitaminozele A şi E, precum şi la intoxicaţia alcoolică.

Între tuburile seminifere sau seminipare se află elementele glandei interstiţiale cu rol endocrin. Canalele seminipare din fiecare lojă se deschid în vîrful ei într-un canal drept (fig. 214). Canalele drepte *(ductuli recti)* intră în mediastin şi, unindu-se unele cu altele, formează o reţea, reţeaua lui Haller *(rete testis* sau *rete vasculosum testis).*

Canalele de evacuare. Reţeaua testiculară dă naştere la partea sa ventrală şi superioară la un număr de canale (12—13) numite *conuri eferente (coni vasculoşi)* sau *vase eferente*, care străbat albugineea şi pătrund în capul epididimului pentru a se deschide în porţiunea iniţială a canalului epididimar.

Canalul epididimar (ductus epidydimidis) se întinde din capul epididimului pînă la coada sa, unde se continuă cu *canalul deferent.* Lungimea sa este de 6—7 m. Conurile eferente şi canalul epididimar formează la un loc *epididimul* constituit dintr-un cap, un corp şi o coadă şi acoperit de o tunică albuginee întocmai ca şi testiculul (fig. 214).

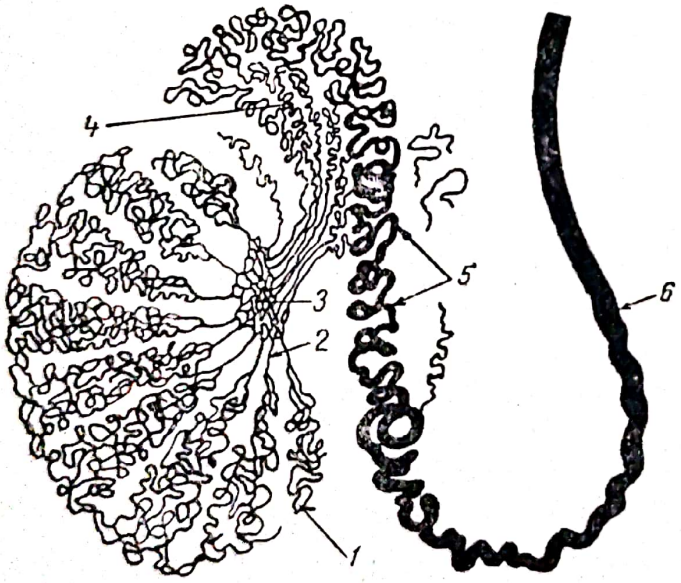


Fig. 214. Schema căilor spermatice (din Drăgoiu):
1 — canaliculele seminifere; *2* — tubii drepţi; *3* — reţeaua lui Haller; *4* — canalele şi conurile eferente; *5* — canal epididimar; *6* — canalul deferent.

Canalul deferent (ductus deferens), în peretele căruia se găsesc fibre musculare netede, se întinde de la coada epididimului pînă la gîtul *veziculei seminale (glandula vesiculosa).* El are o lungime de 35—45 cm. Dincolo de gîtul veziculei seminale se continuă cu *canalul ejaculator (ductus ejaculatorius)* care se deschide în uretră (formată din sinusul urogenital).

Veziculele seminale nu sînt numai organe în care se înmagazinează sperma, ci şi organe secretoare care dau produse de natură albumi-

noidă sau nucleinică ce se adaugă spermei. Ele au o lungime de 5—6 cm, o lățime de 16 mm și o grosime de 6 mm.

Canalul ejeculator rezultă din unirea sub un unghi foarte ascuțit a canalului deferent cu vezicula seminală. La o mică distanță de la originea sa el pătrunde în grosimea prostatei și se deschide printr-un mic orificiu pe partea ventrală a colicului seminal în uretra prostatică, la stînga sau la dreapta utriculului prostatic. El are o lungime de 20—25 mm. De la confluența canalului ejaculator cu uretra prostatică, sperma împrumută aceeași cale cu a urinei, mergînd pri *uretră* (uretră *prostatică*, uretră *membranoasă*, uretră *peniană*). În jurul uretrei peniene se dezvoltă țesuturile erectile, formînd împreună penisul. Țesuturile erectile ale acestia sînt constituite din *corpul spongios* al uretrei care formează o teacă musculovasculară în jurul uretrei și prezintă două dilatări, una posterioară sau *bulbul* uretral și alta anterioară sau *glandul* penisului, și din *corpurile cavernoase* (formațiuni perechi situate dorsal față de uretră) (fig. 215). Formațiunile erectile sînt înconjurate fiecare de o albuginee și constituite dintr-un *sistem trabeculo-areolar*. Aceste formațiuni pot conferi o mare rigiditate pe-

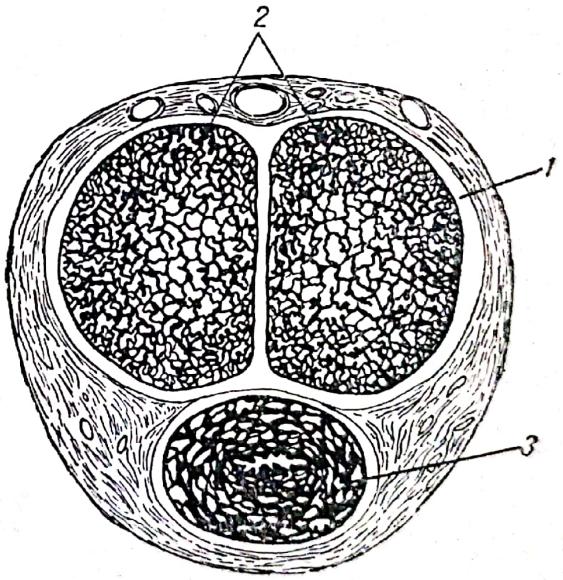


Fig. 215. Secțiune transversală prin penis de copil (din Drăgoiu):
1 — albugineea; *2* — corpii cavernoși; *3* — corpul spongios.

nisului, grație afluxului de sînge în sistemul de areole, care se dilată, precum și grație măririi aici a presiunii sanguine, în urma împiedicării circulației sîngelui spre căile eferente, prin contracția fibrelor musculare din jurul areolelor. Penisul este învelit într-o fascie elastică și apoi de piele.

Organe accesorii. La sistemul genital masculin sînt anexate trei formațiuni glandulare accesorii: *glandele veziculare (glandulae vesiculosae), prostata* și *glandele lui Cowper (glandulae bulbo-urethrales)*.

Glandele veziculare, în număr de două, se deschid în partea terminală a canalelor deferente. Sînt situate la baza prostatei, între fundul vezicii urinare și rect. Au formă de pară, cu vîrful îndreptat în jos. Lungimea lor atinge 4—5 mm, lățimea 1,5—2,4 mm. În ele se acumulează spermatozoizii pe măsură ce sînt produși de testicul și tot ele produc cea mai mare parte din lichidul spermatic.

Prostata, organ nepereche și median, este situată profund în excavația pelviană, dedesubtul vezicii urinare, deasupra aponevrozei perineale mijlocii, înapoia simfizei pubiene și înaintea rectumului. Volumul său variază mult cu vîrsta. Foarte mică la noul născut și la copil, prostata crește brusc la pubertate. Ca și celelalte formațiuni genitale atinge completa dezvoltare la 20—25 de ani, rămîne apoi staționară pînă la 40—50 de ani. Ea măsoară aproximativ 26 mm în lungime, 40 mm în lățime și 25 mm în grosime. După 60 de ani, cîteodată și mai devreme, prostata se mărește și poate să atingă un volum dublu sau triplu față de cel pe care-l prezintă în stare adultă. Această hipertrofie poate să aibă loc în totalitatea glandei sau numai într-o parte a sa.

Glandele bulbouretrale (sau *glandele lui Cowper*) sînt situate înapoia bazei bulbului, în spațiul unghiular pe care-l formează această bază cu porțiunea membranoasă a uretrei. Volumul lor variază de la mărimea unui bob de linte la mărimea unei mici alune. Aceste glande se dezvoltă la pubertate.

Atît prostata cît și glandele bulbouretrale degenerează în urma castrației.

Glanda interstițială a testicului. Țesutul conjunctiv intertubular al testicului cuprinde celule care prezintă caractere glandulare speciale. Sînt celulele interstițiale descoperite de Leydig și a căror totalitate constituie glanda interstițială a testicului (Ancel și Bouin).

În celulele interstițiale se secretă hormonul sexual masculin — **testosteronul.** De la Brown-Sequard (1889) se admite că acest hormon acționează asupra determinării caracterelor somatice și sexuale secundare ale masculilor.

Urmările ablației testicului sau castrației diferă după specie, individ și mai ales după vîrsta individului. Cînd castrația se face înaintea pubertății, dezvoltarea genitală se oprește. Veziculele seminale și prostata rămîn infantile. Penisul rămîne puțin dezvoltat și în general libido-ul nu apare. Atrofia penisului se manifestă mai ales asupra corpilor săi cavernoși, corpul cavernos al uretrului rămînînd normal.

Creșterea generală a scheletului se accentuează, dar musculatura se dezvoltă puțin. La membrele inferioare, zona de proliferare a cartilajelor epifizare (cartilajul de conjugare) persistă anormal, încît aceste membre se alungesc peste măsură, printr-o creștere a lungimii femururilor și tibiilor. Bazinul se lărgește și ia formă feminină.

După castrarea prepuberală se observă apariția unor caractere feminine: laringele nu se dezvoltă, vocea rămîne subțire, barba nu mai

Scanned with OKEN Scanner

crește, paniculul adipos subcutanat se dezvoltă, limita superioară a implîntării perilor din regiunea pubiană are concavitatea îndreptată în sus pe cînd la bărbați are convexitatea îndreptată în sus.

Cînd castrarea se face în stadiul de adult, nu se produc mari modificări. Metabolismul nu se modifică în general, vocea rămîne normală. Libido-ul se atenuează adesea și pînă la urmă apare impotența. Activitatea intelectuală scade și apar tendințe depresive.

SISTEMUL GENITAL FEMININ

Sistemul genital femel se compune din **ovar** (*ovarium* sau *oophoron*) și **oviduct** *(canalul lui Müller)*, diferențiat în *trompa lui Fallope (tuba uterinae)*, *uter (uterus)* și *vagin (vagina)* (fig. 216).

Ovarele, ca și testiculele, sînt situate primitiv în regiunea lombară, de fiecare parte a coloanei vertebrale, medial față de mezonefros. Că-

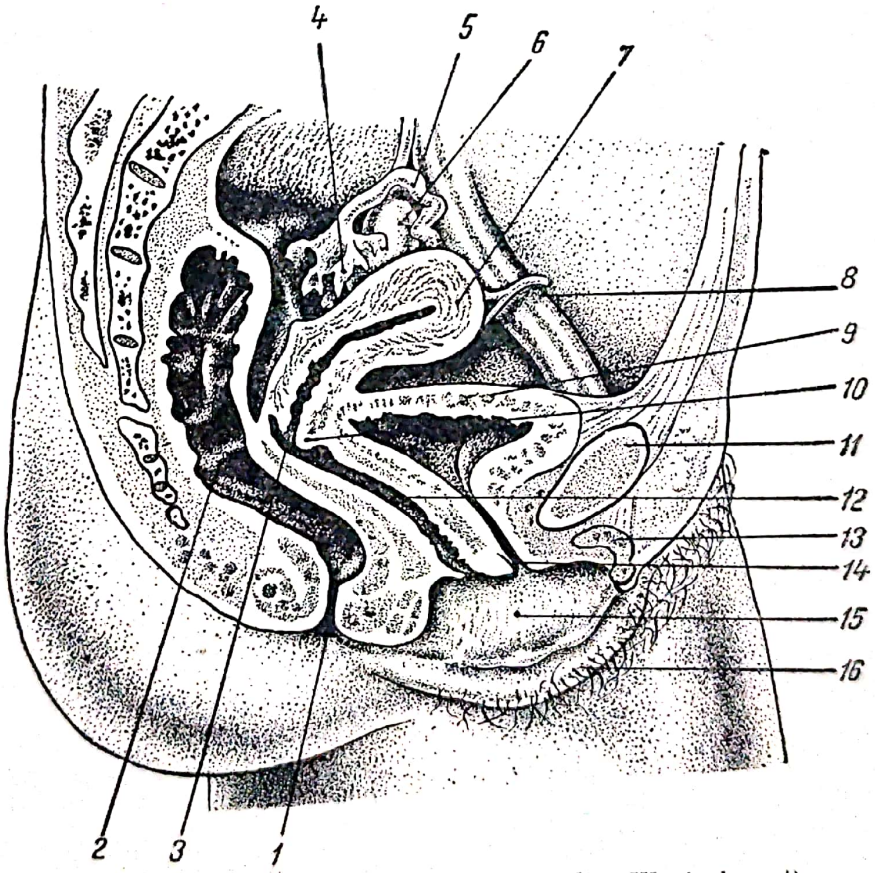


Fig. 216. Sistemul genital la femeie (din Weichert):
1 — anusul; *2* — rectumul; *3* — orificiul extern al uterusului; *4* — fimbria; *5* — trompele uterine; *6* — ovarul; *7* — uterusul; *8* — ligamentul rotund; *9* — vezicula urinară; *10* — colul uterin; *11* — simfiza pubiană; *12* — vaginul; *13* — clitorisul; *14* — uretra; *15* — buzele mici; *16* — buzele mari.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 3

Volumul aproximativ al ovarelor

Perioada	Lungimea	Lățimea	Grosimea
La naștere	19 mm	6 mm	2,5 mm
La copil	25,2 mm	8,7 mm	4,3 mm
La pubertate	27,3 mm	15,0 mm	9,6 mm
La adult	36,2 mm	17,3 mm	12,5 mm

tre a treia lună a vieții intrauterine ele părăsesc această regiune și în cursul lunii a noua a vieții intrauterine ajung în bazin, în locul pe care-l vor ocupa în mod definitiv. La adult putem să le pipăim prin peretele abdominal, pe mijlocul unei linii care unește simfiza pubiană cu spina iliacă anterosuperioară (tabelul 3).

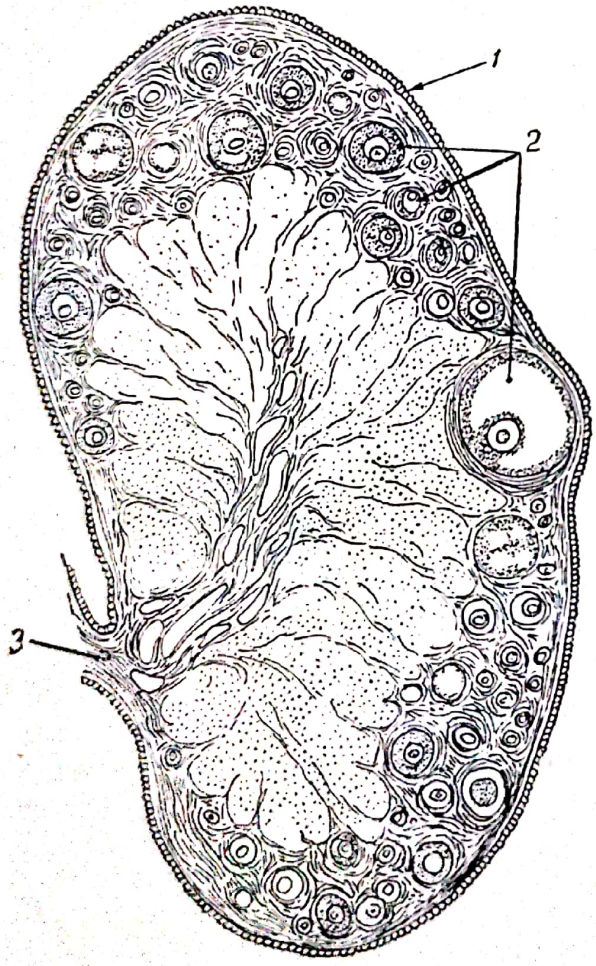


Fig. 217. Secțiune longitudinală prin ovar (din Drăgoiu):
1 — epiteliu; *2* — foliculi în diverse stadii; *3* — hilul.

După menopauză, ovarele se atrofiază încetul cu încetul.

În unele condiții fiziologice (menstruația și sarcina), dimensiunile ovarului pot crește.

Ovarul este format din două zone (fig. 217): una centrală, substanța *medulară;* alta periferică, substanța *corticală.*

Substanța medulară este constituită din vase de sînge și nervi înconjurați de țesut conjunctiv și muscular. Constituenții principali ai substanței corticale sînt *foliculii lui de Graaf (folliculi ovarii).* Suprafața externă a ovarului este acoperită de epiteliul ovarian format dintr-o singură pătură de celule prismatice din care unele poartă cili vibratili.

La naștere, numărul foliculilor este foarte mare, 50 000—80 000. La 10 ani nu mai găsim decît 20 000; la începutul pubertății, aproximativ 15 000. Dintre ei, numai un mic număr ajunge la maturitate, cam 300—400 în viața sexuală a unei femei, adică un ovul la fie-

care lună, în medie timp de 30 de ani. Foliculii care nu ajung la maturitate suferă o degenerescență numită *atrezie (atrezia folliculi).*

Foliculii au fost descoperiți de de Graaf la 1672 care i-a considerat drept ouă. Prévost și Dumas au arătat în 1825 că pretinsele ouă descrise de de Graaf în ovar ar fi vezicule care conțin adevăratele ovule. Baer a descoperit în 1827 prin observații microscopice că într-adevăr veziculele lui de Graaf sînt ovisaci care conțin ovule minuscule. A trebuit deci să treacă 153 de ani de la descoperirea lui de Graaf pînă ce oamenii de știință și-au dat seama de adevărata valoare a foliculilor ovarieni.

Foliculii ovarieni sînt formați dintr-o celulă centrală care face parte din linia genitală femelă și celule periferice care o înconjură. Linia genitală femelă este constituită din *ovogonii* care se transformă în *ovocite* I, acestea în *ovocite* II din care rezultă *ovule.* După numărul celulelor care înconjură pe cele din linia genitală distingem: foliculi *primordiali,* foliculi *paucistratificați* și foliculi *constituiți* (fig. 218).

— Foliculii primordiali sînt formați dintr-un ovocit tînăr înconjurat de 7—10 celule foliculare turtite dispuse pe un singur rînd. Ei au un diametru de 40—50 microni.

— Foliculii paucistratificați sau *foliculii în creștere* prezintă două pînă la cinci pături de *celule foliculare* în jurul ovocitului.

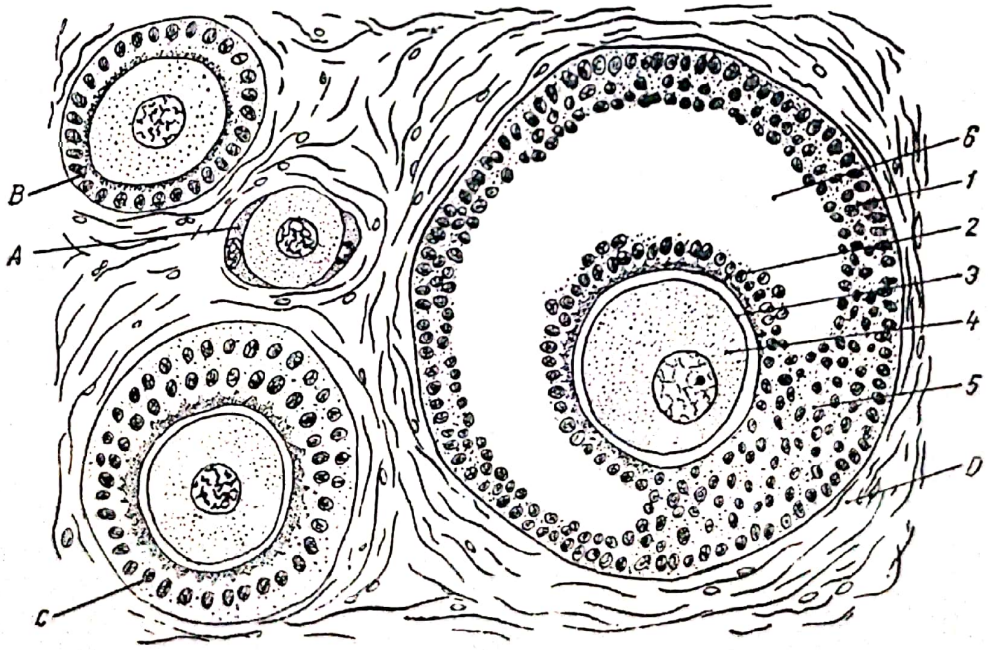


Fig. 218. Evoluția ovocitului și ovisacului; *A* și *B* — stadiul cu un singur strat de celule foliculare; *C* — stadiul cu celule foliculare dispuse în două straturi; *D* — stadiul apariției lichidului folicular:

1 — membrana granuloasă; *2* — coroana radiată; *3* — membrana pelucida; *4* — ovocitul; *5* — discul proliger; *6* — lichidul folicular.

— Foliculii constituiţi sau *maturi* prezintă un *ovul* (ovocit), celulele foliculare formînd o *pătură granuloasă (stratum granulosum)*, o *cavitate foliculară (antrum)*, umplută cu un lichid folicular, şi o *teacă folicular* este întotdeauna complet lipsit de vase sanguine şi limfatice.

Celulele foliculare formează în jurul ovulului o îngrămădire numită *disc proliger* sau *cumulus proliger (cumulus oviger)*. Parenchimul *foliculară*. Ei au un diametru de 2—3 cm (fig. 219).

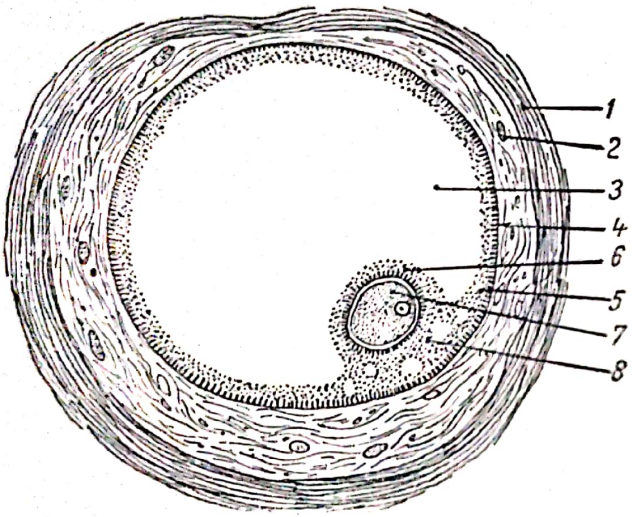


Fig. 219. Folicul matur la femeie (din Drăgoiu):
1 — teaca externă; *2* — teaca internă; *3* — cavitatea foliculului; *4* — membrana vitroasă; *5* — membrana granuloasă; *6* — coroana radiată; *7* — ovocit; *8* — disc proliger.

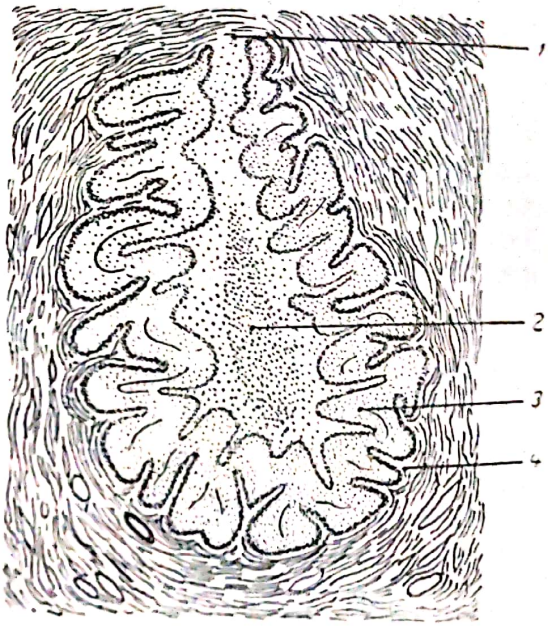


Fig. 220. Corpul galben la femeie, complet dezvoltat (din Drăgoiu):
1 — stigmă; *2* — cheag sanguin; *3* — peretele luteinic; *4* — teacă foliculară.

Celulele foliculare elaborează materiale nutritive necesare ovulului şi secretă lichidul folicular conţinînd hormoni. Ele pot fi comparate cu celulele lui Sertoli din canalele seminale.

Masivul celulelor foliculare este învelit de *membrana lui Slavjansky*. La exteriorul acestei membrane se găsesc celule voluminoase de tip glandular asemănătoare cu celulele glandei interstiţiale din testicul *(celule tecale)*. Ele conţin picături lipoide şi sînt separate unele de altele prin fine fibrile conjunctive şi vase capilare. Totalitatea lor constituie *teaca internă*. În afara ei se găseşte o pătură de ţesut conjunctiv parcursă de vase sanguine; ea constituie *teaca externă*.

Ajunşi la completa lor dezvoltare, foliculii crapă şi expulzează ovulele din ele. Această expulzare poartă numele de **ovulaţie.** Foliculul care a expulzat ovulul se transformă în *corp galben* (fig. 220). Corpul galben este specific mamiferelor placentare, dar formaţiuni care prin structura şi modul lor de dezvoltare se înrudesc cu acesta au fost de-

scrise şi la celelalte vertebrate. Ele sînt însă în general trecătoare şi valoarea lor fiziologică nu a fost lămurită pînă acum.

În ceea ce priveşte originea celulelor corpului galben, pînă acuma au fost formulate 3 ipoteze: 1) celulele corpului galben ar fi de origine exclusiv conjunctivă, adică ar aparţine numai tecii interne; 2) celulele corpului galben ar fi de origine exclusiv epitelială, adică ar aparţine numai celulelor foliculare; 3) celulele corpului galben ar fi de origine mixtă, adică ar proveni atît din celulele foliculare cît şi din celulele tecii interne.

Distingem două feluri de corp galben: *corp galben de menstruaţie (corpus luteum menstruationnis)* şi *corpul galben de sarcină (corpus luteum graviditatis).*

În formarea corpului galben de menstruaţie există două faze: una celulară şi alta vasculară. În faza celulară, celulele foliculare se umflă, se alungesc şi se încarcă cu granule de lipoizi. Celulele tecii interne care conţin deja granule lipoide în stadiu de folicul constituit nu se modifică mult în corpul galben. Vasele tecii interne suferă o vasodilataţie intensă, însă nu străbat încă membrana lui Slavjansky. Aceasta are loc numai în faza vasculară a dezvoltării corpului galben de menstruaţie cînd membrana lui Slavjansky este străbătută de vasele din teci. Viaţa corpului galben de menstruaţie este de maximum 14—15 zile. El este foarte dezvoltat în cele 5 zile care premerg menstruaţia şi se atrofiază complet în cele 5 zile care o urmează.

Corpul galben de sarcină are o culoare mai vie decît cel de menstruaţie. Celulele luteinice sînt mai mari şi în ele sau printre ele apar granule coloidale care se colorează în roşu cu eozină.

Corpul galben de sarcină joacă un rol fundamental în timpul acesteia. În timpul sarcinii, prin progesteronă, el inhibă ovulaţia şi contractibilitatea miometrului, produce faza secretoare a endometrului. Corpul galben de sarcină începe să involueze începînd din a 5-a sau a 6-a lună a gestaţiei cînd funcţiile sale sînt preluate de placentă.

Ovulele mature expulzate din ovar ajung în *trompe*, care se întind de la ovar pînă la uter. Fiecare trompă cuprinde trei părţi: o extremitate internă sau *porţiune interstiţială (pars interstitialis);* o porţiune mijlocie sau *corp;* o extremitate externă, *pavilionul (infundibulum).*

Porţiunea interstiţială sau intraparietală este situată chiar în grosimea peretelui uterului.

Corpul se împarte în două părţi distincte care se deosebesc ca aspect şi volum: o parte internă (proximală, medială) mai îngustă, *istmul (isthmus);* o parte externă (distală, laterală) mai umflată, *ampula.*

Pavilionul are forma unei pîlnii largi (de unde şi numele de infundibulum), a cărei deschidere este orientată de obicei în jos, înapoi şi înăuntru. Vîrful său este reprezentat printr-un orificiu rotund care se deschide în ampulă. Acest orificiu cu diametrul de 2—3 mm este *orificiul abdominal al trompei (ostium tubae uterinae).* Baza sau circumferinţa pavilionului este foarte neregulată, în unele cazuri ea este nu-

mai festonată, în cele mai multe cazuri însă prezintă o mulțime de prelungiri mai mult sau mai puțin dantelate pe marginile lor.

În interiorul trompei uterine se găsește o cavitate al cărui diametru se mărește, ca și acela al trompei, mergînd de la *orificiul uterin (ostium uterinum)* către *orificiul abdominal (ostium abdominale)*. În porțiunea interstițială și în dreptul istmului, acest diametru este de 1—1,5 mm. Diametrul ampulei este mai mare. Peretele intern al trompei prezintă un sistem de cute *(plicae)* longitudinale care se întind fără întrerupere de la o extremitate la cealaltă a trompei.

Trompa se compune din trei tunici suprapuse: o tunică externă sau *seroasă (serosa)*; o tunică mijlocie sau *musculară (muscularis)*; o tunică internă sau *mucoasă*. Mucoasa se compune dintr-un corion și o pătură epitelială formată dintr-un singur strat de celule din care majoritatea prevăzute cu cili vibratili. Glandele lipsesc cu desăvîrșire.

Uterul are forma unui trunchi de con turtit dinainte înapoi, a cărui bază mare privește în sus și a cărui bază mică intră mai mult sau mai puțin în vagin. Uterul se împarte în două părți: *corpul (corpus uteri)* și *gîtul (cervix uteri)*. Linia de demarcație între corp și gît se numește *istm (isthmus uteri)*. Destul de pronunțat la copil, istmul se atenuează la pubertate și dispare mai mult sau mai puțin la femeia care a avut mai multe sarcini.

Uterul prezintă următoarele dimensiuni (tabelul 4):

Tabelul 4

Dimensiunile uterului

	Lungimea	Lățimea	Grosimea
La nulipare	66 mm	41 mm	25—30 mm
La multipare	78 mm	50 mm	25—30 mm

Grosimea peretelui uterin este de aproximativ 10 mm.

Capacitatea uterului, în afară de gestație, este de aproximativ 3—4 cm^3 la virgină și la nulipară, și de 5—6 cm^3 la multipară.

Uterul este format din trei tunici: o tunică *seroasă (perimetrium)*; o tunică *musculară (myometrium)*; o tunică *mucoasă (endometrium)*. Tunica seroasă este constituită dintr-un epiteliu turtit care reprezintă splanhnopleura uterină și puțin țesut conjunctiv. Tunica musculară este constituită din fibre musculare netede cu o lungime de 50—70 microni, înconjurate de un țesut conjunctivoelastic, cu atît mai dezvoltat cu cît ne apropiem mai mult de porțiunea vaginală a gîtului. Tunica mucoasă diferă ca aspect și structură în dreptul corpului și în dreptul gîtului. În dreptul corpului ea are o grosime de 1—2 mm în perioadele instermenstruale și este constituită dintr-un epiteliu, glande, corion și vase. Epiteliul unistratificat este format din celule prismatice, din care unele sînt prevăzute cu cili. Glandele sînt simple tuburi

Scanned with OKEN Scanner

epiteliale, cripte slab ramificate şi constituite din acelaşi fel de celule ca şi părţile neînfundate ale epiteliului uterin. Extremitatea acestor glande se întinde pînă la tunica musculară şi pătrunde chiar printre fibrele musculare cele mai superficiale ale acesteia. Pătrunderea glandelor în miometru permite refacerea epiteliului uterin după fiecare menstruaţie şi sarcină. Corionul cuprinde o mare cantitate de celule, dintre care cele mai multe sînt reprezentate prin histiocite.

În cursul ciclului sexual, mucoasa uterină suferă modificări importante, din care cea mai caracteristică este „hemoragia menstruală a primatelor". Aceste modificări oferă trei faze: *faza premenstruală, faza hemoragiei menstruale* şi *faza reparaţiei postmenstruale.*

Modificările premenstruale se caracterizează printr-o îngroşare a mucoasei uterine care poate să atingă 5—10 mm. Ele se desfăşoară în două etape. În etapa I (foliculară), în raport cu secreţia foliculinei de către foliculii lui de Graaf, celulele mucoasei se înmulţesc, glandele se alungesc şi creşte numărul capilarelor. Glandele nu secretă însă. Din momentul ovulaţiei şi formării corpului galben, începe etapa a II-a (progestativă, luteinică sau pregravidică), cînd are loc o transformare a mucoasei uterine deja îngroşate. Celulele din corionul său se încarcă cu glicogen, lipoizi şi substanţe proteice, ţesutul conjunctiv se congestionează, devine edematos, epiteliul de la suprafaţă devine cîteodată stratificat şi se descuamează, glandele intră în secreţie, lumenul lor se dilată în mod neregulat, dîndu-le un aspect dantelat pe secţiuni.

Cînd ovulul este fecundat, oul rezultat se fixează în mucoasa uterină astfel activată şi se dezvoltă. Acest fenomen se numeşte *nidaţia* oului.

Semnificaţia biologică fundamentală a modificărilor pe care le-am văzut mai sus este de a pregăti mediul în care se va dezvolta embrionul şi fătul. În aceste condiţii, procesele de congestie, edemul, acumularea de rezerve şi secreţia glandelor uterine continuă şi se accentuează.

Dacă nu are loc fecundaţia, toate preparativele enumerate mai sus nu mai au nici un rost şi vor fi înlăturate; edificiul progestativ al endometrului se va „prăbuşi" în mod violent. Această prăbuşire constituie hemoragia menstruală a primatelor şi se caracterizează printr-o descuamare a mucoasei modificate urmată de hemoragie. Aceasta se petrece în modul următor: mai întîi, prin pierderea apei, mucoasa se subţiază. Endometrul pînă atunci umflat de edem şi palid devine roşu, arteriolele se răsucesc şi se fac ghem (stază vasculară), apoi, cîteva ore înaintea menstruaţiei, aceste arteriole intră în constricţie, mucoasa se albeşte şi în locurile unde se produce acest fenomen endometrul se necrozează. Una cîte una, arteriolele răsucite se destind. Mucoasa fiind necrozată, mici hemoragii au loc în spaţiul alimentat de fiecare arteră, spaţiu ce are un diametru de 0,5—1,5 mm. Sînge neînchegat se scurge timp de 20—60 minute. O dată ce o hemoragie se termină într-un punct începe alta într-un teritoriu vecin. Aceasta ne ex-

Scanned with OKEN Scanner

plică pentru ce hemoragia menstruală nu este un proces brutal, ci unul lent, care durează mai multe zile (aproximativ 4 zile). Pierderea totală de sînge este de aproximativ 50 g. Cind ea depăşeşte 80 grame avem *metroragie*.

După hemoragie şi eliminarea mucoasei începe reparaţia postmenstruală. Epiteliul mucoasei se reface pe seama fundurilor de glande rămase intacte în miometru. Epiteliul neoformat se întinde repede pe toată suprafaţa uterină. Reparaţia postmenstruală durează 4—6 zile. După aceasta, mucoasa uterină este gata să înceapă o nouă fază foliculară premenstruală.

S-au putut stabili cu precizie raporturile dintre menstruaţie şi ovulaţie. Aceasta din urmă precede menstruaţia la femei, cu 12—16 zile, cu alte cuvinte, ovulaţia are loc la 14—15 zile după începutul menstruaţiei.

Dacă ovulul a fost fecundat şi oul rezultat se fixează în mucoasa uterină pregătită pentru aceasta în faza premenstruală (fenomen denumit *nidaţie*) începe sarcina.

Uterul se hipertrofiază foarte mult. Capacitatea sa, care în stare normală este de 3—6 cm^3, atinge la sfirşitul sarcinii 6 000—7 000 cm^3. Hipertrofia uterului este posibilă prin alungirea şi înmulţirea fibrelor sale musculare care pot ajunge pînă la o lungime de 500 microni.

Ca şi la bărbat găsim şi la femei *glande anexe* ale sistemului genital. Ele sînt reprezentate prin: *glandele uretrale şi parauretrale (glandulae paraurethrales)*, care se dezvoltă în peretele uretral sau în vecinătatea sa, şi prin *glandele vulvovaginale* sau *glandele lui Bartholin (glandulae vestibulares majores)*, care ocupă părţile laterale ale orificiului inferior al vaginului.

Morfologic, glandele uretrale şi periuretrale prezintă cea mai mare omologie cu glanda prostatică de la bărbat, care s-ar fi oprit în dezvoltare. Ele formează prostata femelă. Glandele lui Bartholin sînt omologe cu glandele lui Cowper.

INTERRELAŢIILE DINTRE GLANDELE GENITALE ŞI GLANDELE ENDOCRINE

La vertebrate, funcţionarea glandelor genitale, caracterele sexuale şi funcţiile sexuale determinate de activitatea acestor glande se datoresc acţiunii *hormonilor gonadotropi*, de origine hipofizară. Hipofiza acţionează atît asupra glandei sexuale propriu-zise, sau glandei germinale, cît şi asupra glandei endocrine incluse în ea (glanda interstiţială pentru testicul, celulele foliculare şi corpii galbeni pentru ovar). Ea este indispensabilă nu numai pentru geneza gameţilor ci şi pentru aceea a hormonilor sexuali.

Scanned with OKEN Scanner

Există doi hormoni gonadotropi diferiţi, care au fost identificaţi la mascul şi la femelă. Ei se numesc *gonadostimuline* A şi B.

La femelă, gonadostimulina A provoacă maturarea foliculilor lui de Graaf şi secreţia foliculinei: este *hormonul foliculinizant.* Gonadostimulina B determină formarea corpilor galbeni: este *hormonul luteinizant.* Ciclul complet al ovarului necesită pentru dezvoltarea sa un amestec în anumite proporţii a celor doi hormoni. La masculi, gonadostimulina A acţionează mai ales asupra celulelor germinative din tuburile seminifere şi provoacă maturaţia şi punerea în libertate a spermatozoizilor. Gonadostimulina B determină activitatea hormonală a testicului prin stimularea glandei interstiţiale.

S-au extras din urină substanţe întru totul analoge cu hormonii gonadotropi: ca şi aceştia, substanţele extrase sînt în număr de două şi au efecte foarte apropiate, respectiv cu hormonul A şi cu hormonul B. Ele au fost denumite *prolani* A şi B.

Unul dintre efectele cele mai clare ale gonadostimulinei A este acela de a provoca *ponta ovulară.* Pentru ca aceasta să se producă, trebuie să se găsească o anumită cantitate de hormoni în sînge. La unele specii, această cantitate este atinsă la un moment dat, şi ponta (ovulaţia) are loc atunci, adică spontan (la om, cîine, cobai, şoarece, de exemplu). La alte specii, dimpotrivă, cantitatea necesară de hormoni nu este secretată decît în timpul actului sexual, ponta fiind provocată (la pisică şi iepure, de exemplu). În acest din urmă caz, secreţia hipofizei este determinată pe cale nervoasă de excitaţiile produse de actul sexual.

Hormonii gonadotropi exercită o acţiune asupra glandelor genitale şi mai ales asupra secreţiei hormonilor sexuali şi, invers, aceşti hormoni au o influenţă asupra hipofizei. Astfel, castraţia provoacă o secreţie de gonadostimulină, a cărei cantitate se măreşte în sînge şi urină.

Suprasecreţia de gonadostimuline este provocată de dispariţia hormonilor sexuali din organism şi încetează dacă se administrează foliculină sau testosteronă. Prezenţa în exces a foliculinei şi testosteronei produce, dimpotrivă, o scădere a cantităţii de gonadostimuline. Producţia de hormoni este deci în parte reglată de propria lor cantitate din sînge şi mecanismul acestei reglări este de ordin hormonal, făcîndu-se prin intermediul hipofizei.

Înainte de pubertate, hormonii gonadotropi nu există, sau există în cantităţi foarte mici în sînge. Ei sînt prezenţi totuşi în hipofiză, însă nu sînt eliminaţi.

La mamifere, şi deci şi la om, ovarul este sediul unor fenomene ciclice, care cuprind două faze: *faza foliculară* şi *faza luteinică.* În timpul fazei foliculare, cantitatea de foliculină creşte progresiv în sînge şi urină, pînă în momentul ruperii foliculilor, adică a ovulaţiei, cînd ea suferă o scădere extrem de rapidă. În acest moment, corpul galben începe să secrete progesteronă, care rămîne în cantitate mare în tot timpul fazei luteinice. Acest ciclu hormonal genital este în raport di-

Scanned with OKEN Scanner

rect cu un ciclu hormonal hipofizar. prin mecanismul de acțiuni reciproce descris mai sus.

Ciclului hormonal genital îi corespunde, de asemenea, un ciclu de modificări în diferitele părți ale căilor genitale. În timpul fazei foliculare se observă o secreție a celulelor glandulare din trompă și uter, o oarecare creștere a endometrului. În timpul fazei luteinice se produce, la femei, o îngroșare foarte puternică a mucoasei uterine care atinge de 5 ori cifra perioadei de repaus, o alungire a glandelor sale care se încolăcesc și se dilată, în sfîrșit o congestie intensă a vaselor corionului. În același timp, miometrul devine moale, își pierde tonusul și încetează să se mai contracte.

Dacă ovulul nu este fecundat, corpul galben regresează, cantitatea de progesteronă scade. În legătură cu aceasta, toate structurile fazei luteinice dispar și tractusul genital revine la starea pe care o avea la începutul perioadei foliculare, gata să sufere un nou ciclu de transformări. În acest moment, apare la unele specii, printre care și omul, un fenomen deosebit: menstruația. Determinismul său este însă destul de obscur.

Dacă ovulul este fecundat, el se implîntă în uter, după ce a parcurs trompa. Pentru ca această implîntare să aibă loc, este necesar ca uterul să fi suferit influența progesteronei; implîntarea nu se face în lipsa corpului galben. Implîntarea (nidația) o dată efectuată, începe *gestația*. Ea se caracterizează din punct de vedere hormonal prin persistența corpului galben, deci prin secreția continuă a progesteronei. Aceasta pare indispensabilă pentru menținerea sarcinii. Totuși, corpul galben nu-i totdeauna necesar. Dacă sînt specii (iepure, capră, șoarece, șobolan) la care ablațiunea sa antrenează automat avortul, sînt și specii (omul, pisica, cîinele, cobaiul) la care corpul galben poate fi extirpat fără inconveniente, la un anumit timp după începutul sarcinii; el este înlocuit atunci prin placentă, care secretă *progesteronul*.

În cursul gestației se stabilește între secrețiile placentei, corpului galben și ale hipofizei un echilibru complex. În unele cazuri, placenta acționează direct asupra corpului galben prin secreție de gonadostimulină B. În alte cazuri, acționează indirect, prin intermediul hipofizei, grație unei secreții de foliculină care acționează asupra hipofizei pentru a determina în ea secreția gonadostimulinei B. Indiferent de natura lor, hipofizară sau placentară, apar în sînge și în urină, încă din primele zile ale gestației, mari cantități de substanțe gonadostimulatoare. Acest lucru permite un diagnostic foarte precoce al sarcinii.

Gestația se termină prin naștere sau *parturiție*. Cauza care provoacă contracțiile uterului în timpul parturiției pare a fi, de asemenea, hormonală. Se admite că începutul contracțiilor se datorează secreției *ocitocinei*, care se extrage din lobul posterior (nervos) al hipofizei.

Lactația este sub dependența hormonilor ovarieni și a unui hormon hipofizar, *prolactina*. Foliculina și progesterona produc dezvoltarea

Scanned with OKEN Scanner

glandei mamare și unele transformări secretoare ale celulelor sale. Însă prezența lor nu-i suficientă pentru intrarea în funcție a glandei mamare, pe care o pregătesc doar pentru îndeplinirea acestui act. Numai prolactina determină această intrare în funcție a acestei glande. Tot ea întreține secreția laptelui.

Astfel, diferitele faze ale reproducerii femelei mamiferelor, deci și a omului, ne apar supuse influențelor hormonale sexuale, hipofizare, placentare. Diferiții hormoni acționează unii asupra altora într-un mod complex, variabil la diferitele specii de mamifere. Nu există o schemă unică, rigidă, care să se aplice la toate. Se stabilesc echilibre hormonale succesive, proprii fiecărei specii. Pentru menținerea unui echilibru hormonal poate predomina un anumit hormon: în faza preparatoare, foliculina; apoi progesterona, care este necesară implîntării oului și gestației și, în sfîrșit, prolactina, care este hormonul lactației. Diferitele echilibre sînt condiționate de echilibrele precedente. Astfel, transformările progestative ale uterului sub influența progesteronei nu se produc decît dacă organul a fost în prealabil sensibilizat, „mordansat" ca să zicem așa, de foliculină.

Scanned with OKEN Scanner

SISTEMUL ENDOCRIN

Toate organele şi ţesuturile din organism produc anumite substanţe care sînt eliminate în sîngele circulant şi transportate astfel în tot corpul. Prin aceasta se stabileşte între părţile componente ale acestuia, uneori foarte depărtate, o legătură chimică, mai mult sau mai puţin pronunţată. Există însă în orice organism cu structură mai complexă, aşa cum este acela al vertebratelor, formaţiuni specializate în sensul producerii unor substanţe chimice care, eliminate în sîngele circulant, pot acţiona în mod electiv şi la distanţă asupra altor or-

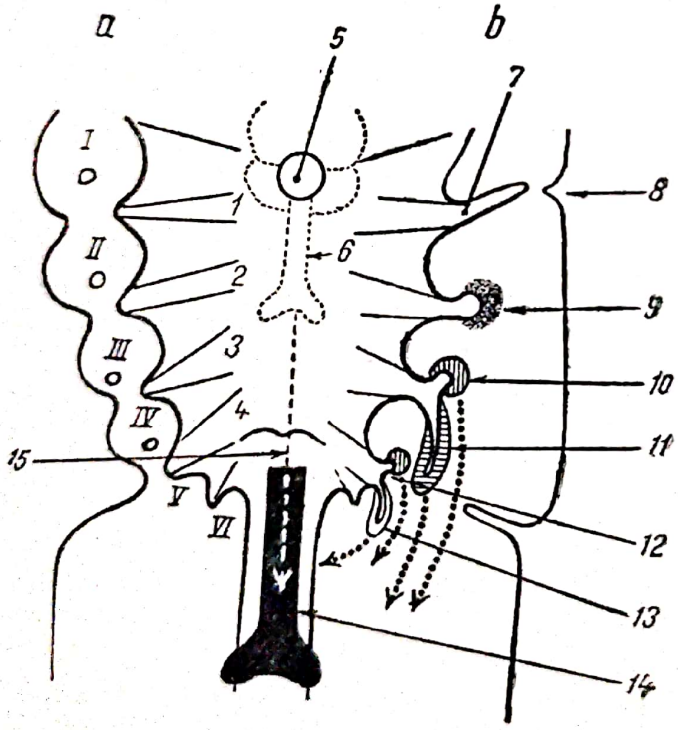


Fig. 221. Derivarea glandelor endocrine din regiunea faringiană la mamifere (schiţă din Turchini):

a — stadiu precoce; *b* — stadiu mai avansat; *I . . . VI* — arcurile viscerale: *1 . . . 4* — pungile entobranhiale (săgeţile indică deplasarea schiţelor); *5* — schiţa limbii; *6* — schiţa părţii mediane a tiroidei; *7* — schiţa trompei lui Eustache; *8* — schiţa conductului auditiv extern; *9* — schiţa amigdalei; *10* — schiţa paratiroidei inferioare; *11* — schiţa timusului; *12* — schiţa paratiroidei superioare; *13* — schiţa părţii laterale a tiroidei: *14* — schiţa plămînilor; *15* — furcula.

gane. Acestea sînt **glandele endocrine** sau cu secreţie internă, iar substanţele pe care le secretă sînt **hormonii.** Graţie acestora glandele endocrine îndeplinesc împreună cu sistemul nervos rolul de coordonare şi de integrare a diferitelor părţi ale organismului.

Scanned with OKEN Scanner

Glandele endocrine sînt caracterizate prin faptul că ele secretă substanţe care nu sînt eliminate printr-un canal, ca substanţele produse de glandele cu secreţie externă, ci sînt eliminate în sînge *(hemocrinie)*, în unele cazuri în ţesutul nervos *(neurocrinie)* sau în lichidul cefalorahidian *(hidroencefalocrinie)*. Acţiunea stimulantă sau inhibantă a acestor substanţe se exercită în mod electiv asupra unor anumite ţesuturi, cu sensibilitate specifică la acestea, sensibilitate care este în funcţie şi de cantitatea de hormoni primiţi.

Putem grupa glandele endocrine, după originea lor embrionară precum şi după conexiunile lor, în următoarele grupe: *I* — grupa glandelor formate pe seama unor schiţe embrionare derivate din regiunea faringiană (fig. 221) în care intră *tiroida, paratiroidele* şi *timusul*; *II* — grupa glandelor endocrine formate din părţi ale encefalului sau cel puţin aflate în conexiune cu acesta *(hipofiza* şi *epifiza)* sau din elemente de origine nervoasă, aşa cum sînt *paraganglionii* (dintre care fac parte *corpii suprarenali* de la vertebratele inferioare, precum şi *medulosuprarenala)*; *III* — grupa formaţiunilor endocrine provenite din schiţe embrionare derivate din regiunea duodenală *(insulele lui Langerhans* din pancreas); *IV* — formaţiunilor endocrine incluse în glandele genitale *(ţesutul interstiţial* din testicul, *elementele foliculare* şi *corpul galben* din ovar).

Întrucît calitatea de glandă endocrină propriu-zisă a ficatului este controversată şi cum, pe de altă parte, acest organ nu prezintă formaţiuni endocrine individualizate, nu ne vom ocupa de studiul său în acest capitol. De asemenea, nu ne vom ocupa aici nici de structura formaţiunilor endocrine din glandele genitale care au fost deja studiate la capitolul respectiv. Vom studia numai tiroida, paratiroidele, timusul, capsulele suprarenale şi paraganglionii, hipofiza, epifiza şi pancreasul endocrin (fig. 222).

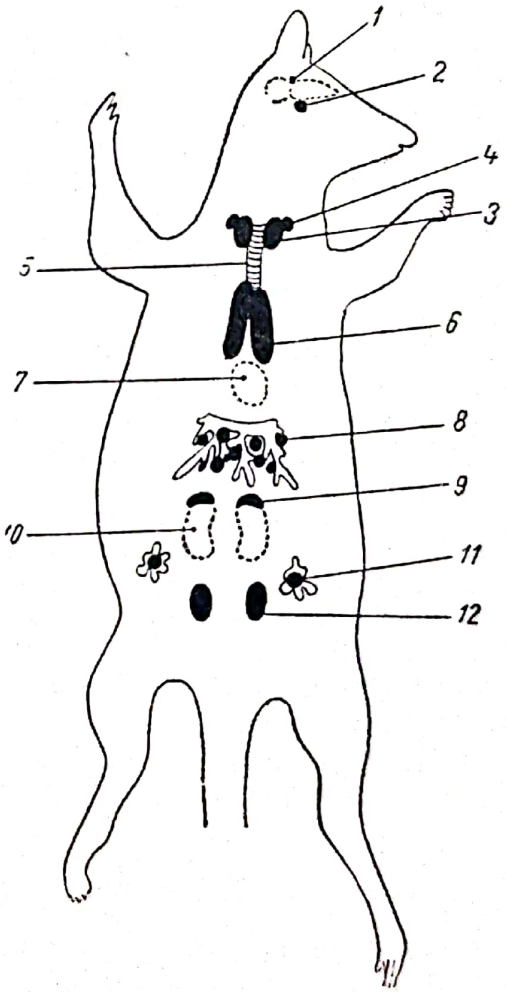


Fig. 222. Poziţia glandelor endocrine la mamifere (din K ä m p f e):
1 — epifiza; *2* — hipofiza; *3* — tiroida; *4* — paratiroida; *5* — traheea; *6* — timusul; *7* — inima; *8* — pancreasul endocrin; *9* — capsulele suprarenale; *10* — rinichiul; *11* — ovarul; *12* — testiculul.

Scanned with OKEN Scanner

TIROIDA

Tiroida este o glandă endocrină, comună tuturor vertebratelor, al cărui hormon — tiroxina — are o acţiune complexă, mitogenetică, morfogenetică şi metabolizantă, putînd influenţa activitatea altor glande endocrine precum şi a sistemului nervos.

Ea se dezvoltă în decursul embriogenezei dintr-un mugure al epiteliului hipoblastic al faringelui primitiv, format pe linia mediană a cîmpului mezobranhial al lui Hiss. La extremitatea acestui mugure se formează glanda propriu-zisă. Restul mugurelui ia aspectul unui pedicul lung, gol la interior, sub forma unui canal, sau sub forma unui cordon. Acest pedicul în general dispare în cursul dezvoltării, dar persistenţa sa totală sau parţială este destul de frecventă. În acest din urmă caz, el se prezintă sub două aspecte: fie ca un canal numit *canalul tireoglos al lui Hiss,* fie sub forma unui cordon, cordonul sau *tractusul tireoglos.* Pe traiectul tractusului tireoglos, uneori se pot dezvolta formaţiuni glandulare care sînt „tiroidele accesorii".

La această schiţă principală şi mediană a tiroidei se mai pot adăuga la unele grupe şi două schiţe laterale, dezvoltate din punga entobranhială 4.

Unitatea histologică fundamentală a glandei tiroidiene este la toate vertebratele adulte *foliculul tiroidian.*

Fiecare folicul prezintă un perete constituit dintr-un rînd de celule epiteliale de diferite înălţimi, în funcţie de activitatea glandei, care înconjură un lumen umplut cu o substanţă semifluidă cunoscută sub numele de *coloid* ce reprezintă produsul înmagazinat al celulelor epiteliale secretorii, cantitatea prezentă fiind variabilă în funcţie de schimbări în activitatea fiziologică a glandei.

În seria vertebratelor nu se înregistrează diferenţe importante în ceea ce priveşte structura histologică a foliculului de la un grup la altul, diferenţele referindu-se în special la forma în care foliculii sînt grupaţi.

Unii autori admit că tiroida vertebratelor ar fi omologă cu endostilul de la protocordate, dar această concepţie este controversată astăzi.

TIROIDA ÎN SERIA VERTEBRATELOR

Ciclostomii prezintă numai în stare adultă formaţiuni cu funcţie tiroidiană, sub formă de foliculi dispersaţi, negrupaţi într-o glandă individualizată. La *Petromyzontidae* ei sînt distribuiţi în lungul aortei ventrale şi a arterelor branhiale aferente (arcurilor arteriale branhiale). La *Myxinoidae* (*Myxine* şi *Bdellostoma*), veziculele tiroidiene sînt diseminate în ţesutul conjunctiv din dreptul peretelui ventral al faringelui, în jurul aortei ventrale şi mai ales în spatele ei.

Scanned with OKEN Scanner

Se admite că la larve sacul hipobranhial situat în regiunea medioventrală a faringelui, între pungile branhiale 1—5, ar fi omolog cu tiroida. Dar acesta rămîne tot timpul în comunicare cu regiunea faringiană şi nu prezintă o funcţie endocrină, avînd rolul de a secreta mucus. Structura histologică a sacului hipobranhial este complicată, conţinînd 5 tipuri de celule. În decursul metamorfozei larvei amocetului) cînd au loc profunde modificări în regiunea faringiană, cea mai mare parte a celulelor din sacul hipobranhial dispare progresiv. Unele din aceste celule subzistă, însă suferind modificări, şi participă la formarea foliculilor tiroidieni.

Peştii

La *Elasmobranhi,* tiroida se prezintă sub forma unui organ individualizat, situat în spaţiul cuprins între cartilajele mandibulare. La *Chlamydoselache* însă, canalul de legătură cu regiunea faringiană (canalul tireoglos) se menţine şi la adult, perforînd cartilajul bazihial.

Teleosteii prezintă o variaţie morfologică considerabilă a tiroidei. La cea mai mare parte nu se întîlneşte o glandă tiroidă individualizată şi foliculii tiroidieni sînt dispersaţi în regiunea branhială ventrală. La unii însă, tiroida se prezintă ca un organ individualizat fie nepereche *(Xiphias, Gymnarchus*), fie sub forma a doi lobi incluşi în ţesutul conjunctiv din regiunea trunchiului branhial *(Esox lucius).* După unii autori, foliculii tiroidieni se pot întîlni la unele specii de peşti în locuri cu totul neobişnuite, ca: splină, rinichi, creier, constituind o *tiroidă heterotopică.* Se presupune că, în astfel de cazuri, o parte din ţesutul tiroidian din regiunea faringiană este transportat de către curentul sanguin în aceste locuri îndepărtate. G. T. Dornescu şi V. Şanta au descris tiroide heterotopice la crap.

Dipnoii. Tiroida este situată sub epiteliul care acoperă limba, înaintea muşchilor scheletului visceral. Cu toate că este constituită dintr-o singură masă nepereche, sînt indicii embriologice care atestă că tiroida este un organ pereche, fiind formată de fapt din doi lobi laterali proeminenţi, legaţi printr-o porţiune centrală îngustă.

Amfibienii. Atît la Urodele cît şi la Anure, tiroida se dezvoltă foarte de timpuriu în embriogeneză sub forma unui diverticul nepereche al faringelui, dar care se divide foarte curînd în două. La urodelele adulte, glandele tiroidiene sînt situate de fiecare parte a regiunii cervicale, ventral şi anterior faţă de arcurile aortice. Numărul foliculilor în tiroidă variază foarte mult de la o specie la alta. La Anure, ele sînt situate ventral şi profund faţă de procesele tiroidiene ale hioidului.

Tiroidele au un rol important în procesul metamorfozei. S-a demonstrat că dacă se extirpă primordiile tiroidiene la mormoloci, nu

mai are loc o metamorfoză completă. Animalele continuă să crească, devin mai mari decît mormolocii normali, dar își păstrează morfologia larvară. Dimpotrivă, dacă mormolocii sînt hrăniți cu tiroidă (extract) ei suferă în mod precoce procesul de metamorfoză și dau naștere la exemplare pitice (broaște „muște"). Procesul de năpîrlire este, de asemenea, cel puțin parțial controlat de hormonul tiroidian.

Reptilele prezintă în majoritate o glandă tiroidă nepereche, situată imediat înaintea pericardului. La Lacertilieni ea este situată pe partea ventrală a traheei și se prezintă sub forma unei potcoave, fiind formată din doi lobi laterali uniți printr-o punte voluminoasă dispusă de-a curmezișul traheei (fig. 223).

Experiențele au arătat că la reptile, ca și la amfibieni, năpîrlirea este parțial sub controlul hormonului tiroidian.

Păsările. Dezvoltîndu-se ca și la celelalte vertebrate dintr-un mugure nepereche și median, de pe peretele ventral al faringelui, tiroida la aceste animale se prezintă sub forma a două organe separate. De

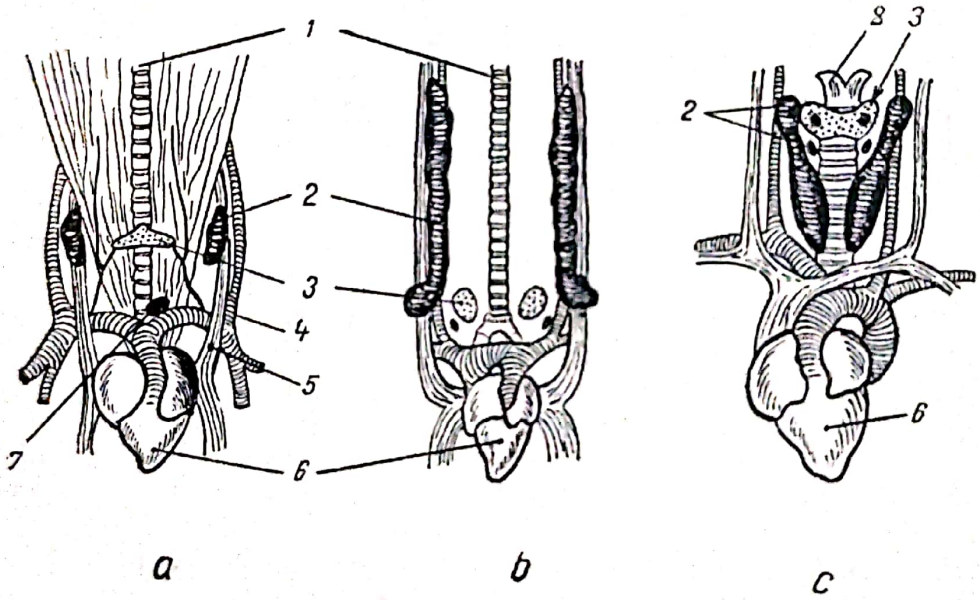


Fig. 223. Poziția tiroidei și a timusului la Lacertilieni (*a*), la păsări (*b*) și la mamifere (*c*) (din I h l e):
1 — traheea; *2* — timusul; *3* — tiroida; *4* — carotida; *5* — vena jugulară; *6* — inima; *7* — organul supracardial; *8* — laringele.

formă ovală, cele două tiroide sînt situate aici în cavitatea toracică, de o parte și de alta a regiunii inferioare a traheei (fig. 223). Greutatea tiroidei la păsări variază mult de la o specie la alta.

Structura tiroidei este omologă cu cea cunoscută la celelalte vertebrate. Ea prezintă importante variații sezoniere de volum și activitate. Astfel, la anumite specii de păsări, dimensiunile sale sînt mai mari toamna și iarna, decît primăvara și vara. Activitatea sa este în primul rînd condiționată de hormonul tireotrop. Hormonul tiroidian stimulează creșterea, metabolismul bazal și căderea penelor.

Scanned with OKEN Scanner

Extirparea tiroidelor antrenează o hipertrofiere a ficatului.

Mamiferele. La aceste animale tiroida prezintă doi lobi care pot fi separaţi ca la monotreme, unele marsupiale şi cetacee, sau, în majoritatea cazurilor, să fie uniţi printr-un istm (fig. 223).

Întrucît tiroida are o structură unitară la toate mamiferele, descrierea acestei glande va fi făcută în cadrul studiului său la om.

TIROIDA LA OM

Tiroida este un organ parenchimatos de culoare roz-cenuşie, situat în partea anterolaterală a gîtului, întinzîndu-se de pe partea superioară a traheei pe laturile laringelui.

Aspectul morfologic şi structura tiroidei. Această glandă este alcătuită din doi *lobi laterali*, legaţi între ei printr-o punte intermediară, numită *istm*. Datorită modului de aşezare a lobilor şi istmului, tiroida are aspectul literei *H*.

Lobii tiroidieni, de forma unor piramide triunghiulare cu o înălţime de 4—8 cm, sînt aşezaţi de o parte şi de alta a traheei, ajungînd pînă în mijlocul părţilor laterale ale cartilajului tiroid. Istmul este aşezat transversal, la nivelul inelelor 2—4 ale traheei, prezentînd uneori o

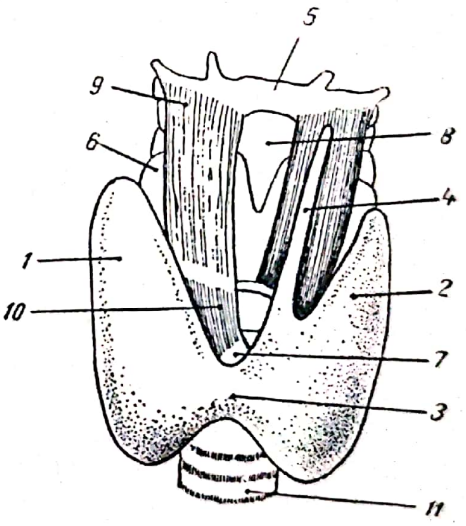


Fig. 224. Tiroida la om (din T e s t u t):
1 — lobul drept; *2* — lobul stîng; *3* — istmul; *4* — piramida lui Lalouette; *5* — osul hioid; *6* — cartilajul tiroid; *7* — cartilajul cricoid; *8* — membrana tirohioidiană; *9* — muşchiul tirohioidian; *10* — muşchiul cricotiroidian; *11* — traheea.

prelungire cranială de formă piramidală ce porneşte de pe partea superioară a istmului (rest al ductului tireoglos incomplet involuat), numită *lob piramidal* sau *piramida lui Lalouette* (fig. 224). Mărimea şi greutatea ei (în general între 20—60 g), variază foarte mult cu sexul (de obicei fiind ceva mai mare la femeie decît la bărbat), vîrsta, momentul fiziologic, starea patologică. Ea variază, de asemenea, în funcţie de anumiţi factori geografici.

Tiroida este alcătuită din formaţiuni conjunctive şi parenchim glandular. Formaţiunile conjunctive sînt reprezentate de învelişul extern

Scanned with OKEN Scanner

al glandei (capsula conjunctivă cu structură lamelară), septele conjunctive ce pornesc de pe faţa internă a capsulei delimitînd lobuli, şi dintr-un ţesut intralobular puţin abundent, format din fibre conjunctive subţiri. Lobulaţia este foarte evidentă la copil, mai puţin precisă la adult şi abia vizibilă la bătrîni. Parenchimul intralobular este format din vezicule (foliculi), insule celulare pline, insule interstiţiale, numite şi *cordoanele lui Wölfler*, sau celule izolate, numite *insulele lui Webber*.

Veziculele tiroidiene (foliculii), care sînt unităţile morfofuncţionale ale glandei, prezintă în ceea ce priveşte dimensiunile o variabilitate în funcţie de individ, de vîrstă (la copii sînt mai mici, cresc la pubertate, se micşorează din nou la adult, în special după 40—50 de ani), precum şi de localizarea în glandă (vezicule mari găsindu-se în special la periferia organului). În general, dimensiunile lor variază între 20—200 μ. Forma lor este sferică, ovală sau poligonală, dacă substanţa secretată (coloidul) este acumulată în cantităţi mari. În perioada resorbţiei rapide a coloidului, foliculii devin stelaţi sau iau forma cifrei 8.

Fiecare veziculă este formată dintr-o vitroasă, un epiteliu unistratificat secretor şi un lumen central umplut cu o substanţă cu aspect de gel.

Vitroasa este o pătură colagenă subţire, ce limitează la exterior vezicula şi pe a cărei faţă internă este aşezat epiteliul secretor. Existenţa ei este însă negată de unii autori, dat fiind posibilitatea de înmugurire a celulelor epiteliale spre ţesutul conjunctiv şi formarea celulelor parafoliculare.

Epiteliul foliculilor tiroidieni este unistratificat şi neîntrerupt. Celulele epiteliale au un nucleu sferic sau ovoid; în citoplasma lor puţin colorabilă se găsesc un diplozom, un condriom şi un aparat al lui Golgi situat în regiunea apicală. Aparatul Golgi poate însă să-şi schimbe poziţia, aşezîndu-se în regiunea bazală în timpul resorbţiei intense transcelulare a coloidului. În citoplasmă se găsesc diverse incluziuni, fie de aspectul coloidului din veziculă, fie clare, cu aspect vacuolar şi granule de pigment. Înălţimea celulelor este în raport cu intensitatea activităţii secretoare şi cu cantitatea de coloid acumulat. În caz de acumulare abundentă a coloidului, celulele se lăţesc şi secreţia scade. Celulele mai înalte secretă mai mult coloid (T h o m a s, 1934). Sub acţiunea hormonului tireotrop hipofizar, volumul şi înălţimea celulelor cresc (fig. 225). Iată de ce în unii foliculi celulele sînt lăţite, aproape endoteliforme, iar în alţii mai înalte, prismatice. Înălţimea lor medie la om este de 7—16 μ. Chiar şi în acelaşi folicul sînt celule de înălţimi diferite. Grupele de celule înalte formează uneori punţi celulare compacte care împart foliculul în două, acest fenomen semnalînd o intensificare a activităţii secretorii.

Substanţa centrală, care constituie, în general, cea mai mare parte din volumul veziculei, este în mod curent denumită „coloid tiroidian" sau mai simplu, „tireocoloid". El se prezintă sub aspecte variabile.

Scanned with OKEN Scanner

Uneori este omogen și vitros, aderînd la polii apicali ai celulelor, intens colorabil, acidofil, dar uneori bazofil, prezentînd la periferie mici vacuole clare numite vacuole de resorbție, iar alteori coloidul este

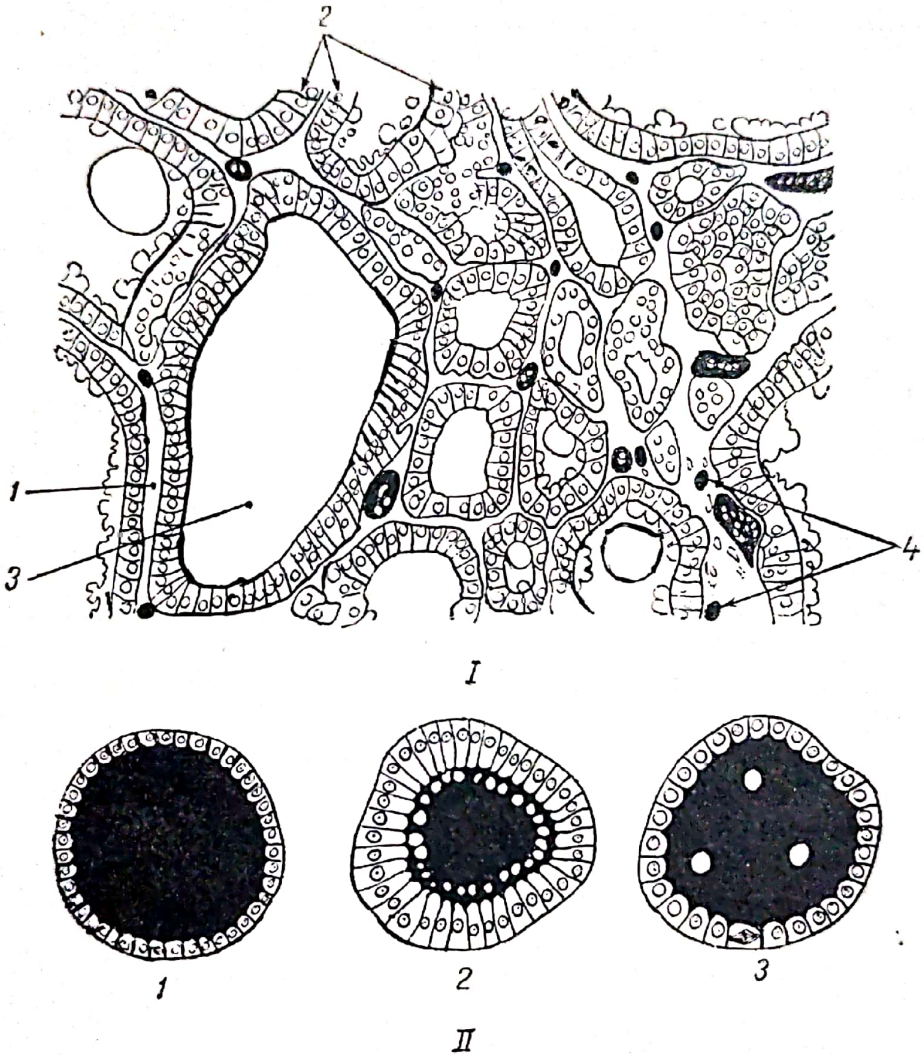


Fig. 225. Structura microscopică a tiroidei la om (din Stöhr):
I — secțiune transversală prin tiroidă:
1 — țesut conjunctiv; *2* — epiteliul foliculului tiroidian; *3* — coloidul folicular; *4* — vase sanguine;
II — stadiile de evoluție a foliculului tiroidian:
1 — fază de repaus (depozitare); *2* — fază de activitate intensă; *3* — fază de refacere.

eterogen și fin granulos. Este considerat produsul de secreție al epiteliului vezicular.

Cordoanele lui Wölfler sînt mase interveziculare de celule poliedrice, unele clare, altele colorabile, omologe celulelor veziculare și fără un rol particular. Unele sînt resturi ale cordoanelor embrionare.

Scanned with OKEN Scanner

altele sînt vestigii ale veziculelor involuate. Sînt considerate fie ca rezerve epiteliale pentru formarea noilor vezicule, fie ca mase glandulare care-şi varsă produsele de secreţie în ţesutul înconjurător, în vasele sanguine şi în vasele limfatice.

Vascularizarea şi inervaţia tiroidei. În ţesutul conjunctiv, dintre foliculi, pătrund vase sanguine, limfatice şi nervi.

Tiroida are o irigaţie foarte bogată, fiind organul cel mai abundent vascularizat din organism. Debitul sîngelui circulant este pe minut de 350—600 ml pentru 100 g de organ. Circulaţia arterială este asigurată de *arterele tiroidiene* inferioare, mijlocii şi superioare; ele formează o reţea perifoliculară care vascularizează foliculii. Venele formează la periferia glandei un plex, numit *plexul tiroidian*, din care iau naştere *venele tiroidiene* inferioare, mijlocii şi superioare, ce se varsă fie direct în vena jugulară, fie indirect, prin trunchiul venos tireo-linguo-facial. Limfaticele glandei tiroide formează reţele interfoliculare care se adună sub capsulă şi se varsă în vene. Tiroida are şi numeroşi ganglioni limfatici intra- şi peritiroidieni.

Glanda tiroidă este inervată de fibre nervoase *simpatice* provenite din simpaticul cervical (ganglionii cervicali superiori şi inferiori) şi de fibre *parasimpatice* ale vagului reprezentate de nervii laringieni superiori şi inferiori. Aceşti nervi formează un *plex periarterial* în care se găsesc cîteva celule ganglionare simpatice. Ramuri ale plexului formează reţele sub epiteliul veziculelor.

Tiroida secretă un *hormon tiroidian*, al cărui principiu activ — **tiroxina** — este cunoscut şi izolat. Este un produs cristalizabil care cuprinde 65% iod şi a cărui sinteză a fost realizată. Insuficienţa tiroidiană — hiposecreţia — se manifestă la indivizii în creştere prin caşexie, oprirea dezvoltării, nanism, mixedem, cretinism. Hiperactivitatea tiroidiană se manifestă prin accelerarea metabolismului, prin tahicardie, exoftalmie, tremurături, slăbire *(sindromul* — boala — *lui Basedow)*.

Funcţionarea tiroidei cuprinde două procese: sinteza hormonului tiroidian din care o parte trece în sînge, dar partea cea mai mare este stocată provizoriu în coloidul vezicular, pentru a fi pusă în circulaţie în mod secundar; transportul substanţelor din coloid în sînge are loc prin traversarea pereţilor veziculelor. După A r o n, epiteliul tiroidian nu ar fi capabil să-şi verse produsele sale direct în sînge, substanţele active trebuind să sufere un stocaj intravezicular înainte de a putea pătrunde în sînge. Poziţia condriomului, supra- şi infranuclear, poziţia aparatului lui Golgi uneori supranucleară, alteori infranucleară, sînt însă indicii ale unei duble polarităţi a celulelor tiroidiene, corespunzînd cînd unei faze secretorii, cînd unei faze excretorii.

Secreţia tiroxinei este controlată de hormonul tireotrop hipofizar; eliminarea sa este condiţionată de conţinutul în iod al sîngelui; ea se măreşte atunci cînd iodul din sînge scade.

Scanned with OKEN Scanner

PARATIROIDELE SAU CORPUSCULII EPITELIALI

Paratiroidele își datorează numele faptului că la mamifere ele sînt situate pe laturile sau pe fața dorsală a tiroidei. Adesea ele sînt în întregime sau parțial incluse în glanda tiroidă sau în timus. Ele joacă un rol de primă importanță în metabolismul calciului și al fosforului. Paratiroidele derivă din pungile faringiene 3 și 4, evoluînd inițial sub forma unor muguri epiteliali, fiind deci de origine endodermică. Astfel de muguri epiteliali se întîlnesc la vertebratele inferioare cu branhii: ciclostomi, pești, perenibranhiate, dar semnificația lor funcțională este necunoscută. Paratiroidele au fost identificate începînd numai cu amfibienii.

PARATIROIDELE ÎN SERIA VERTEBRATELOR

Amfibienii. La nivelul acestui grup de vertebrate, paratiroidele sînt descrise de cei mai mulți autori sub numele de *corpusculi epiteliali.* Ei apar în timpul metamorfozei, atunci cînd animalele își pierd branhiile. Modul lor de funcționare este similar cu al paratiroidelor mamiferelor, controlînd nivelul sărurilor de calciu și fosfor în sînge.

La Urodele se găsesc două perechi de corpusculi epiteliali într-o poziție laterală față de arcurile aortice și ventrală față de glandele timice. La Anure, corpusculii epiteliali se prezintă sub forma a două perechi de corpuri mici, rotunde, roșietice, situate de o parte și de alta a cartilajului hioid în vecinătatea venei jugulare externe.

Reptilele. Ca și la amfibieni, paratiroidele se formează din pereții ventrali ai pungilor faringiene 3 și 4. Ele sînt în general situate pe laturile gîtului, oarecum posterior și lateral față de tiroidă. La șerpi, poziția lor este mai apropiată de craniu decît la celelalte reptile.

Păsările. Originea embrionară a paratiroidelor este similară cu cea de la amfibieni și reptile. Aceste glande sînt reprezentate printr-o pereche sau două de corpuri mici, așezate posterior față de glanda tiroidă sau pe fața ei dorsală. Uneori, ele sînt lipite de corpusculul carotidian.

Mamiferele. La aceste animale, glandele paratiroide sînt în număr de două perechi: paratiroidele *superioare* și paratiroidele *inferioare.* Contrar celor ce se petrec la celelalte vertebrate, parotidele iau naștere la mamifere din peretele dorsal al pungilor faringiene 3 și 4. Poziția lor de formare este diferită de cea întîlnită la adult. Astfel, perechea de glande care provine din perechea a 3-a de pungi faringiene este trasă înapoi de către pedunculii timici în decursul dezvoltării și capătă

Scanned with OKEN Scanner

poziţia cea mai caudală. Perechea care provine din pungile 4 faringiene se deplasează uşor în direcţia cranială, devenind astfel paratiroide superioare. Acestea sînt mult mai constante în poziţie decît cele inferioare care pot fi întîlnite uneori înapoia glandei tiroide, sau asociate cu timusul. La cîine, paratiroidele superioare se întîlnesc la punctul de bifurcare a traheei; la şobolan, şoarece şi multe alte mamifere mici se găseşte de obicei numai o pereche de glande.

La unele mamifere erbivore (bovine, oi, capre), precum şi la om, pe lîngă cele două perechi de paratiroide se întîlnesc aşa-numitele *paratiroide accesorii*, situate în regiunea tiroidiană.

Paratiroidele sînt constituite din cordoane de celule poligonale sau din blocuri de celule separate prin septe subţiri de ţesut conjunctiv. La adulţi au fost descrise două tipuri de celule: celule principale şi celule oxifile, ultimele însă negăsindu-se la toate mamiferele. Absenţa în unele cazuri a celulelor oxifile a dus la concluzia că numai celulele principale sînt responsabile de hormonul paratiroidian.

O descriere amănunţită a glandelor paratiroide va fi dată la om.

PARATIROIDELE LA OM

Glandele paratiroide la om sînt în număr de două perechi, dintre care una, denumită *internă* (superioară), este închisă în parenchimul tiroidian, iar cealaltă, denumită *externă* (inferioară), este situată în lungul marginilor posterioare ale lobilor tiroidieni laterali (fig. 226).

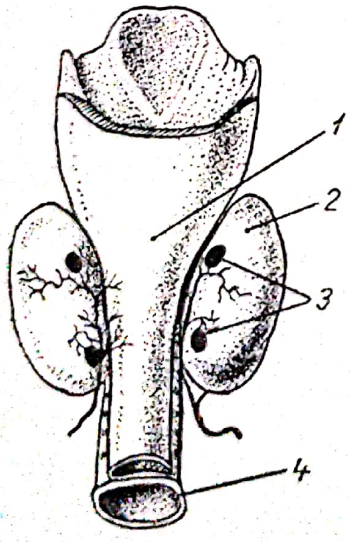


Fig. 226. Paratiroidele la om (din Weichert): 1 — esofagul; 2 — tiroida; 3 — paratiroidele; 4 — traheea.

Aspectul morfologic şi structura paratiroidelor. Greutatea totală a paratiroidelor este de aproximativ 0,1—0,2 g, fiecare glandă măsurînd aproximativ 3 mm.

Paratiroidele sînt glande endocrine de tip reticulat. La periferia lor se găseşte o capsulă subţire din ţesut conjunctiv lamelar, cu o reţea fină elastică, de pe a cărei faţă internă pornesc travee conjunctive subţiri. În spaţiile dintre capsulă şi travee se găseşte parenchimul glandular, format din cordoane epiteliale anastomozate în toate sensurile (fig. 227); între cordoane se găseşte o bogată reţea capilară însoţită de un ţesut conjunctiv fin (celule conjunctive şi fibre precolagene).

Întregul ansamblu conjunctiv al glandei se îngroaşă o dată cu vîrsta, la bătrîni glanda căpătînd un aspect pseudolobulat. Aspectul cordoa-

nelor celulare variază şi el cu vîrsta. La copil, cordoanele sînt compacte, seriate, parenchimul este denumit „de tip compact". La adult, cordoanele sînt mai subţiri, ochiurile reţelei mai mari, existînd uneori şi insule adipoase, tip denumit semicompact. Uneori, celulele se grupează în jurul unui lumen formînd o pseudoveziculă; este o formă de imobilizare a secreţiei, ce se resoarbe ulterior.

Fig. 227. Structura microscopică a paratiroidei la om (din Gündisch):
1 — celule principale clare; *2* — celule principale închise; *3* — celule oxifile.

Celulele glandelor paratiroide sînt de două tipuri. Cea mai mare parte din ele, denumite *celule principale,* sînt mici, cu o citoplasmă cromofobă puţin vacuolizată, cu un nucleu mare, central, intens colorabil. Acestea sînt singurele celule care se găsesc în paratiroidele de la fetus şi copil pînă la 8—10 ani. După această vîrstă apare şi al doilea tip de celule, denumite *cromofile* (oxifile). De formă poligonală, de mărime dublă aceleia a celulelor principale, cu citoplasma bogată în granulaţii şi intens colorabilă (acidofilă), ele sînt izolate sau, mai adesea, grupate în insule. Valoarea funcţională a celulelor cromofile (oxifile) este discutată. După unii autori, ele ar reprezenta o stare funcţională a celulelor principale. După alţii, ele ar secreta o substanţă cu acţiune contrară parathormonului, de împiedicare a creşterii concentraţiei de calciu ionic în sînge. Alţi autori consideră însă că celulele cromofile nu ar avea nici o valoare funcţională fundamen-

tală, dat fiind absența acestor celule dintr-un mare număr de paratiroide.

Vascularizarea și inervația paratiroidelor. Vasele sanguine ale paratiroidelor sînt ramuri ale *arterelor tiroidiene* inferioare, care se ramifică într-o bogată rețea de capilare, între cordoanele epiteliale și în contact cu celulele. Venulele se varsă în *venele tiroidiene*. Limfaticele nu sînt bine cunoscute.

Paratiroidele sînt inervate de fire nervoase *simpatice* provenite din ganglionii simpatici cervicali superiori și mijlocii din *plexul tiroidian*; fibre *parasimpatice* din vag vin prin nervul laringian superior.

Hormonul elaborat de aceste glande — **parathormonul** — este o proteină complexă cu Fe și S, care reglează metabolismul calciului și al fosforului. Ablațiunea totală a paratiroidelor antrenează moartea, cu simptome de tetanie.

Hipoparatiroidia determină o hipocalcemie și o hiperfosfatemie, jucînd un rol important în maladia lui Paget, osteomalacie, anumite reumatisme, osteopatii senile, probabil și în sclerodermie.

Hiperparatiroidismul (maladia lui Recklinghausen) se datorează în general unui adenom glandular, determinînd o hipercalcemie și o hipofosfatemie.

Reglarea secreției parathormonului are loc pe cale umorală și se pare că și pe cale nervoasă (după cercetările lui Gr. Benetato). Nivelul calcemiei influențează pozitiv sau negativ secreția paratiroidelor. Presupunerea existenței unui hormon paratireotrop hipofizar nu s-a putut verifica. Cercetările lui Benetato au dovedit însă că în reglarea secreției paratiroidelor participă și centrii vegetativi din hipotalamus, centri ce stau sub influența scoarței cerebrale.

TIMUSUL

La toate vertebratele, timusul se formează din muguri epiteliali ai pungilor branhiale al căror număr variază însă la diversele grupe de vertebrate. Acești muguri epiteliali, inițial plini, se transformă ulterior în grupe limfoide care confluează, cu excepția ciclostomilor, dînd naștere la un organ par (pești, amfibieni, reptile), sau impar (mamifere).

Timusul este în primul rînd un organ limfopoietic și nucleopexic, a cărui semnificație endocrină rămîne încă insuficient cunoscută.

TIMUSUL ÎN SERIA VERTEBRATELOR

Ciclostomii. Fiecare pungă branhială prezintă doi muguri epiteliali, unul dorsal și altul ventral, care persistă toată viața. Ei au fost asimilați, fără probe absolute, cu mugurii timici de la celelalte vertebrate. Nu toți autorii sînt însă de acord cu aceasta.

Chondrichthyes. Din cele 7 perechi de pungi branhiale embrionare la *Raja*, primele 6 prezintă cîte un nodul timic care se diferențiază în dreptul peretelui lor dorsal. Se formează astfel de fiecare parte 6 primordii timice. Apoi, primul și ultimul din acești noduli dispar, ceilalți continuînd să se dezvolte. În sfîrșit, cele 4 primordii (T_2, T_3, T_4, T_5) fuzionează și se constituie astfel de fiecare parte cîte un organ unic.

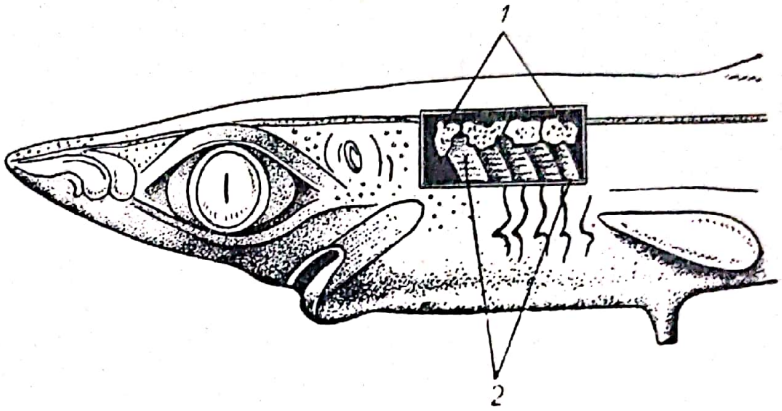


Fig. 228. Mugurii timusului la un rechin (din I h l e):
1 — mugurii timusului;
2 — pungile branhiale II . . . VI.

La majoritatea rechinilor și la *Scyllium*, prima pungă nu prezintă noduli timici, iar acei ai pungilor 5 și 6 se atrofiază. Organul adult se formează deci pe seama primordiilor timice dorsale ale pungilor 2, 3, 4 (T_2, T_3, T_4).

Timusul este situat înapoia spiraculului; este un organ subțire și alungit, împărțit în lobi prin pereți conjunctivi (fig. 228). *Raja* are 4 lobi, rechinii 5, *Scyllium* 3.

Osteichthyes. Timusul se formează prin proliferarea epiteliului marginii dorsale și mediale a pungilor branhiale embrionare 2, 3, 4, 5, 6. Mugurii epiteliali plini sînt situați în vecinătatea imediată a venei cardinale anterioare. Aceste mase epiteliale pline se transformă în grămezi limfoide voluminoase care confluează de fiecare parte, într-o formațiune unică.

La Teleostei și Ganoizi, timusul rămîne toată viața intraepitelial. îl găsim situat sub marginea de inserție dorsală a operculului.

Amfibienii. La Urodele, în general, are loc formarea a 5 perechi de muguri timici dorsali din primele 5 pungi entobranhiale embrionare. Ulterior, primele două dispar, celelalte 3 dînd naștere unui organ trilobat. La *Salamandrinae* însă, timusul provine numai din punga branhială 5. La Anure, timusul se formează numai din punga branhială 2.

Poziția timusului variază la diversele specii de amfibieni: astfel, la *Triturus* el este așezat direct sub piele; la *Salamandra* este situat mai profund, la nivelul unghiului mandibular; la *Rana esculenta* este dispus posterior inelului timpanic și acoperit de mușchiul depresor al mandibulei.

Reptilele. Originea timusului variază la diversele grupe de reptile. La Saurieni, el provine dintr-un diverticul dorsal al pungii entobran-

hiale 2, care va da porţiunea sa superioară, şi un diverticul al pungii branhiale 3, care va deveni originea părţii sale inferioare. La Ofidieni, timusul ia naştere numai din pungile branhiale *4* şi 5 care dau fiecare cîte un corpuscul timic, astfel încît organul este reprezentat prin două perechi. La Chelonieni, formarea lui are loc numai pe seama pungii branhiale 2.

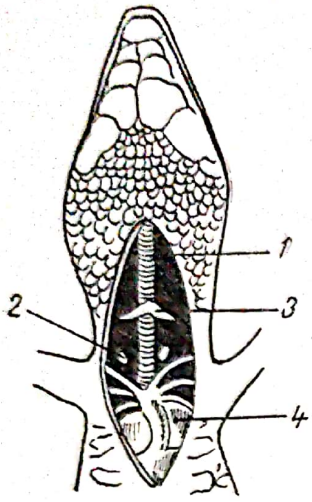


Fig. 229. Timusul şi tiroida la şopîrlă (din Wiedersheim):
1 — traheea; *2* — timusul; *3* — tiroida; *4* — inima.

Morfologia şi poziţia timusului la diversele grupe de reptile variază, de asemenea, în limite destul de largi. La Saurieni întîlnim o pereche de glande, fiecare fiind formată din cîte doi lobuli: unul anterior şi altul posterior. La *Lacerta agilis*, timusul este situat sub membrana timpanului, pe faţa ventrală şi mediană a venei jugulare (fig. 229). La Ofidieni, timusul este, de asemenea, un organ pereche, fusiform şi foarte alungit, bilobat, situat de-a lungul carotidelor. La Chelonieni se prezintă sub forma a două mase de formă şi poziţie variabilă la diversele specii. Astfel, la *Emys*, ele sînt alungite şi situate în lungul carotidelor. La *Testudo*, ele sînt de formă lenticulară şi sînt dispuse pe partea ventrală a bifurcaţiei traheei. La *Chelone*, ele ocupă toată lungimea gîtului.

La Crocodilieni, timusul este un organ pereche, cervicotoracic, care se întinde de la inimă pînă la baza craniului. Porţiunea toracică, de formă prismatică, se subţiază progresiv trecînd în regiunea cervicală. Prelungirile cervicale însoţesc arterele carotide şi se termină pe faţa dorsală a faringelui, în vecinătatea bazei craniului. O situaţie specială o întîlnim la Rinchocefali, unde se găsesc două perechi de glande timice.

Păsările. Primordiile timice principale provin din părţile dorsale ale pungilor entobranhiale 3; primordii accesorii sînt rezultate şi din pungile *4*. La puiul de găină însă, timusul derivă din prelungirea dorsală a pungilor entobranhiale *2* şi *3* (mai mult din acestea din urmă), şi accesoriu din punga *4*.

La indivizii tineri, timusul se prezintă de fiecare parte a traheei ca un cordon alb care se întinde de la tiroidă pînă în dreptul laringelui, în lungul venei jugulare. Aşezat superficial sub pielea gîtului, el este împărţit în noduli distincţi (fig. 230).

Mamiferele. La majoritatea mamiferelor, timusul se formează pe seama a două primordii apărute pe faţa ventrală a pungilor entobranhiale *3*. La marsupiale şi unii euterieni (de exemplu, pisica), timusul provine şi din pungile branhiale *4*. La cîrtiţă, timusul originar din punga *3* se atrofiază repede; adultul acestui animal nu mai prezintă un timus de origine entoblastică, ci unul de origine ectoblastică. Primordiul timic se prezintă primitiv sub forma a două tuburi epiteliale, goale înăuntru, care prelungesc direct în jos pungile branhiale *3*. Ele

coboară astfel progresiv și extremitățile lor inferioare umflate intră în legătură cu pericardul, în timp ce se apropie una de alta. Cîtva timp, organul rămîne în legătură cu faringele prin *canalul faringotimic*, care se desprinde apoi de epiteliul faringian și degenerează. Porțiunea umflată justapericardică proliferează activ și va da naștere timusului.

Organul astfel constituit a luat numele de *timus toracic*, în opoziție cu o altă formațiune timică numită *timus cervical*. Timusul cervical este superficial și situat sub mușchiul pielos. El există concomitent cu timusul toracic la cobai, porc, unii lemurieni și unele marsupiale. La cîrtiță și cîteva marsupiale, ca *Phascolarctus* și *Phascolomys*, găsim numai un timus cervical. Acesta provine din ectodermul sinusului cervical care proliferează la partea sa anterioară. Cei doi muguri formați se izolează, confluează și formează timusul cervical superficial.

După H a m m a r, la mamifere se pot distinge trei categorii de glande timice: timus complet cervical (de exemplu, la cobai); timus preponderent sau chiar complet toracic (la iepure, unii simieni și prosimieni); timus cervical și toracic (la cîine, pisică, antropoide, om).

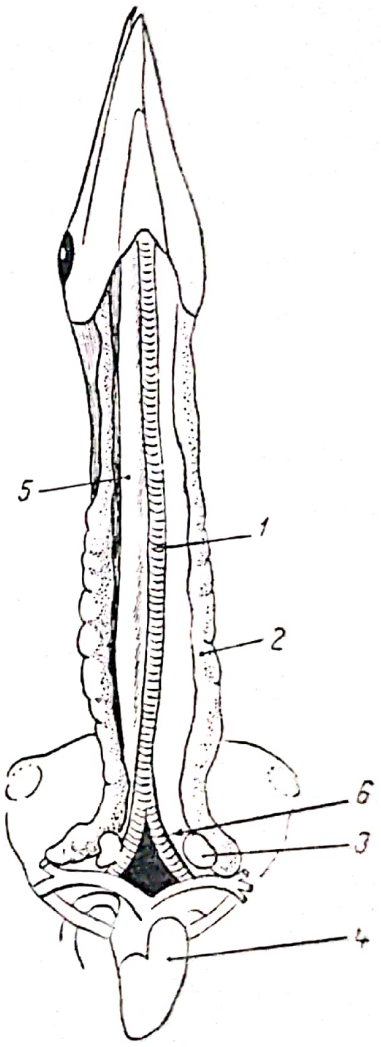


Fig. 230. Timusul și tiroida la păsări (din W i e d e r s h e i m):
1 — traheea; *2* — timusul; *3* — tiroida; *4* — inima; *5* — esofagul; *6* — bronhiile.

TIMUSUL LA OM

Timusul este un organ median, situat în spatele sternului, în etajul superior al mediastinului anterior. Se dezvoltă rapid în primii ani de viață, apoi mai lent pînă la pubertate, cînd atinge maximul său (fig. 231). În continuare, suferă o degenerare adipoasă fără să dispară complet.

În perioada dintre naștere și pubertate, timusul este constituit din mase piriforme sau poliedrice, separate prin țesut conjunctiv lax. Aceștia sînt *lobulii*, a căror suprafață este întreruptă din loc în loc de septuri fine conjunctive provenite din țesut conjunctiv perilobular (fig. 232).

Fiecare lobul este limitat la partea sa periferică de o vitroasă și prezintă două zone de aspect diferit: una periferică sau *substanța corticală*, mai întunecată din cauza abundenței nucleilor, și una centrală

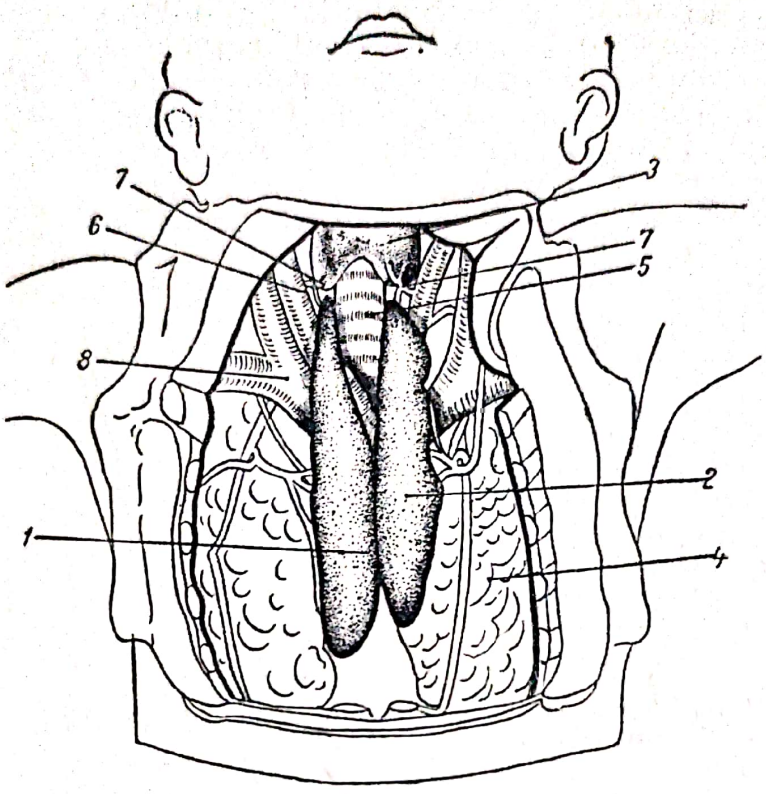


Fig. 231. Timusul la copil (din Testut):
1 — lobul drept al timusului; *2* — lobul stîng al timusului; *3* — tiroida; *4* — plămînii; *5* — traheea; *6* — carotida; *7* — artera timică; *8* — trunchiul venos brahiocefalic.

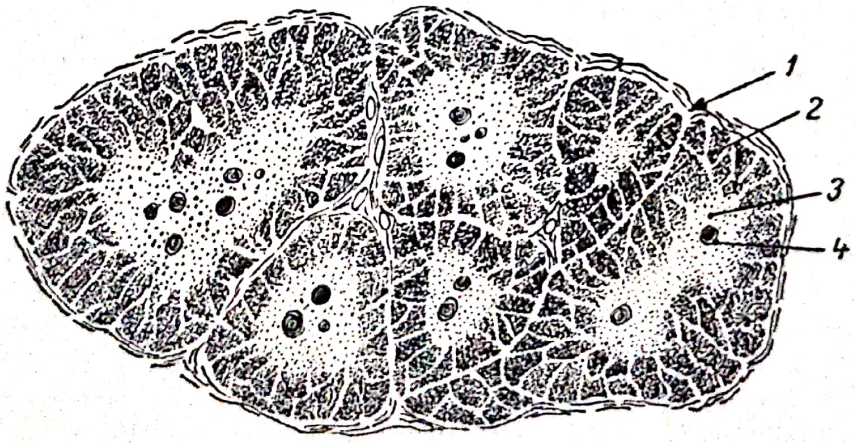


Fig. 232. Secțiune prin lobul timic de pisică tînără (din Drăgoiu):
1 — capsula conjunctivă; *2* — substanța corticală; *3* — substanța medulară; *4* — corpusculul lui Hassall.

sau substanţa medulară, clară, cu cîţiva corpusculi coloraţi în roz viu cu eozină, *corpusculii lui Hassall.*

Septurile conjunctive care străbat suprafaţa lobului fragmentează substanţa corticală, ele neajungînd însă la substanţa medulară.

Cele două substanţe prezintă din punct de vedere histologic aproape aceiaşi constituienţi, aspectul lor diferit fiind datorat doar repartiţiei şi abundenţei variabile ale acestora.

Vitroasa este constituită dintr-o lamă colagenă ce se ramifică segmentînd substanţa corticală, prin suprafaţa sa internă şi prin ramificaţiile sale oferind inserţie celulelor epiteliale ale reticulului timic. În afară de vitroasă, nu există membrană conjunctivă diferenţiată şi lobulii se afundă direct în ţesutul conjunctiv lax şi adipos al mediastinului.

Substanţa corticală este constituită dintr-un *reticulum,* mici celule timice sau *timocite* şi vase. Reticulumul este format în întregime din celule de origine epitelială (deci cu totul diferite de cele ale ganglionilor limfatici), alungite şi anastomozate formînd o reţea în ochiurile căreia se află celule timice mici. Ele sînt din toate punctele de vedere asemănătoare cu limfocitele organelor limfoide (8—10 μ dimensiune, nucleu mic, sferic, intens colorabil, un strat subţire periferic de citoplasmă bazofilă). Aceste celule pot fi văzute în diferite faze de mitoză.

Substanţa medulară este constituită din: un *reticulum,* mici *celule timice,* la care se adaugă *corpusculii lui Hassall.*

Reticulumul este mai vizibil decît în corticală, pentru că celulele timice sînt mai puţin abundente. Reticulumul medular este în legătură, pe de o parte, cu celule corticale, iar, pe de altă parte, se leagă de corpusculul lui Hassall. Micile celule timice asemănătoare celor din substanţa corticală nu sînt niciodată în mitoză, dimpotrivă, un mare număr din ele prezintă aspecte de picnoză şi sînt în degenerescenţă. Corpusculii lui Hassall sînt formaţiuni globuloase sau alungite, de dimensiuni variabile (10—50 μ). Ei sînt constituiţi din celule ale reticulului pe cale de degenerescenţă, dispuse într-o masă centrală de substanţă amorfă cu resturi picnotice de nuclei degeneraţi, în jurul cărora celulele au o dispoziţie concentrică (fig. 233).

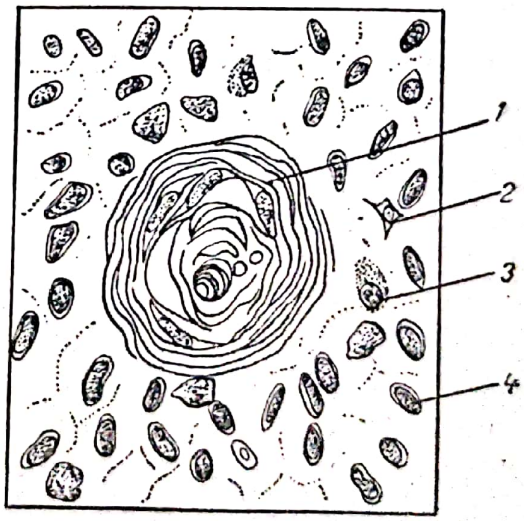


Fig. 233. Secţiune prin substanţa medulară a unui lobul timic (din Drăgoiu):
1 — corpusculul lui Hassall; 2 — celule reticulare; 3 — leucocit; 4 — limfocit.

Timusul este vascularizat de artere care urmăresc septumurile lobulilor. Ele sînt ramuri ale arterei tiroidiene inferioare, arterei toracice interne şi ale trunchiului arterial brachiocefalic.

Scanned with OKEN Scanner

La suprafaţa lobulilor venele se reunesc într-o reţea alcătuind trunchiuri ce se varsă în vena toracică internă, în vena tiroidă inferioară şi în trunchiul venos „nenumit" stîng.

Vasele limfatice părăsind corticala şi medulara ajung în ganglionii limfatici cervicali profunzi şi retrosternali.

Nervii însoţesc vasele în spaţiile interlobulare, fiind ramuri ale simpaticului.

Din punct de vedere funcţional se admitea înainte că timusul este un organ limfoid care furnizează un mare număr de limfocite în cursul primei perioade a vieţii. Astăzi, această concepţie a pierdut mult din valoarea sa şi se tinde să se admită ideile lui Dustin asupra funcţiei timusului, conform cărora rolul esenţial al timusului ar fi funcţia nucleopexică (nucleinele acumulate în timocite sînt ulterior eliberate, în măsura necesităţilor organismului sau în cursul stărilor patologice însoţite de denutriţie). Timusul ar apărea deci ca un organ foarte special, regulator al metabolismului nucleoproteinelor.

Hormonul secretat de timus pare să favorizeze creşterea şi osificarea şi influenţează totodată dezvoltarea normală a glandelor genitale. Celulele timice au, de asemenea, un rol important în elaborarea de anticorpi.

GLANDELE SUPRARENALE ŞI PARAGANGLIONII

Glandele suprarenale de la vertebratele superioare sînt formaţiuni complexe şi au o origine mixtă. Fiecare din ele provine, pe de o parte, dintr-un mugure epitelial care derivă din endoteliul embrionar al celomului, iar, pe de altă parte, dintr-un mugure de origine nervoasă. Primul se dezvoltă în apropierea corpului lui Wolff, cel de-al doilea, detaşat din materialul crestelor ganglionare, dă naştere, pe de o parte, celulelor nervoase ganglionare care vor intra în constituţia ganglionilor simpatici, iar, pe de altă parte, celulelor glandulare care se vor diferenţia în sens secretor, din care vor rezulta formaţiunile paraganglionare, printre care şi paraganglionul suprarenal.

Materialul de origine epitelială va constitui la vertebratele inferioare *glandele* (sau *corpii interrenali*), iar la cele superioare *corticosuprarenala*, în timp ce materialul de origine nervoasă, cu proprietăţi cromafine, va forma *corpul suprarenal* de la vertebratele inferioare, iar la cele superioare *medulosuprarenala*. La vertebratele inferioare, cele două părţi componente ale glandelor suprarenale de la vertebratele superioare au o existenţă absolut independentă.

La mamifere, glanda suprarenală trece în decursul dezvoltării ontogenetice prin 4 studii care reprezintă tot atîtea etape filogenetice (fig. 234). Într-un prim stadiu, elementele epiteliale şi cele paraganglionare sînt complet separate unele de altele. Sub această formă, în care glanda suprarenală se prezintă sub aspectul a două corpuri distincte, o întîlnim la ciclostomi şi în general la peşti. În acest caz, corticosuprarenala este denumită *corp interrenal*, iar medulosuprarenala *corp suprarenal*. Mai departe, pe scara evolutivă, are loc o apropiere a acestor două formaţiuni, astfel încît ele vin în contact una cu alta. Acest stadiu este denumit „stadiu de reunire". Îl întîlnim ca un aspect permanent la amfibieni şi unele reptile.

Ulterior, se produce o insinuare a corpului suprarenal în grosimea corpului interrenal. Întrepătrunderea între aceste două formaţiuni este atît de intimă încît limita dintre ele nu este distinctă („stadiul de interpătrundere). Sub acest aspect se prezintă glandele suprarenale la păsări şi la unele reptile.

La mamifere însă are loc în decursul embriogenezei o separare netă a elementelor corticale de cele medulare, astfel încît zona mixtă de întrepătrundere dispare. Suprarenala mamiferelor se prezintă astfel constituită din două părţi distincte: *corticosuprarenala* şi *medulosuprarenala*.

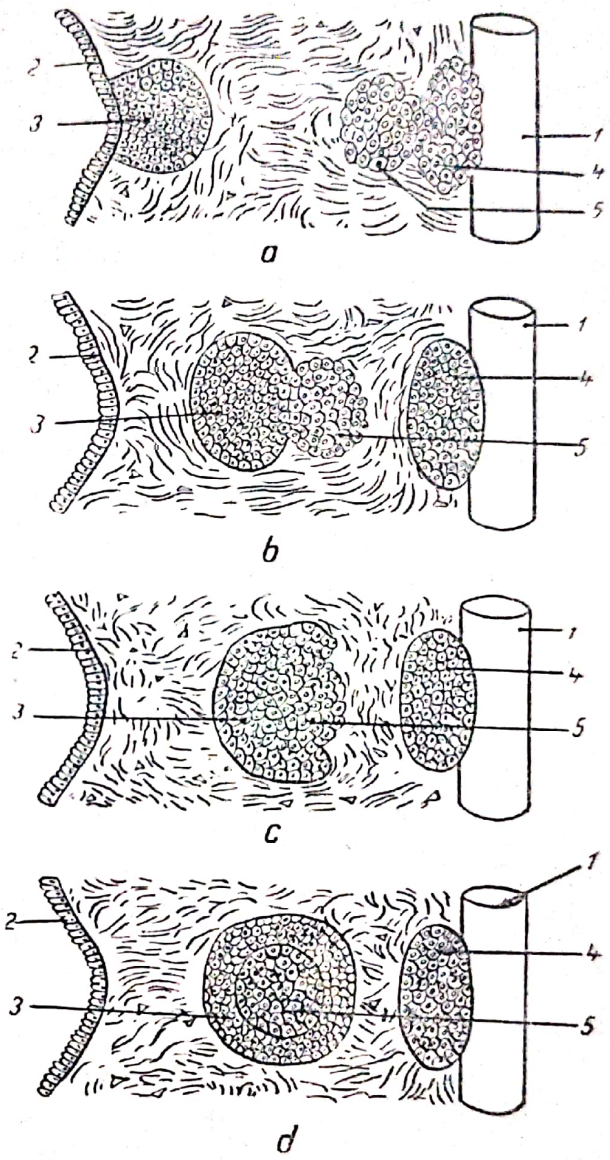


Fig. 234. Dezvoltarea embrionară a capsulelor suprarenale (din Testut):

a — stadiul de independenţă; *b* — stadiul de alipire; *c* — stadiul de pătrundere; *d* — stadiul de delimitare:

1 — aorta abdominală; *2* — epiteliul celomului; *3* — schiţa corticosuprarenală; *4* — masa epitelială de origine a ganglionilor simpatici; *5* — schiţa medulosuprarenalei.

Scanned with OKEN Scanner

GLANDELE SUPRARENALE ÎN SERIA VERTEBRATELOR

Ciclostomii. Elementele corticale sînt complet separate de cele medulare, primele prezentîndu-se sub forma de mici corpuri situate de-a lungul arterelor renale şi venelor postcardinale, în timp ce elementele medulare se găsesc în lungul aortei dorsale. La *Myxine* însă s-au descris numai corpuri cromafine.

Chondrichthyes. Corpul interrenal, fie pereche ca la Batoidei, fie nepereche ca la rechini, este situat între cei doi rinichi, în vecinătatea extremităţii lor caudale.

Ţesutul medular este reprezentat printr-o serie de corpusculi dispersaţi de-a lungul arterelor parietale şi în vecinătatea lanţului ganglionar simpatic, fiind dispuşi metameric la rechini şi nemetameric la *Rajidae.* Datorită poziţiei lor dorsale faţă de rinichi au fost numiţi *corpi suprarenali* (fig. 235).

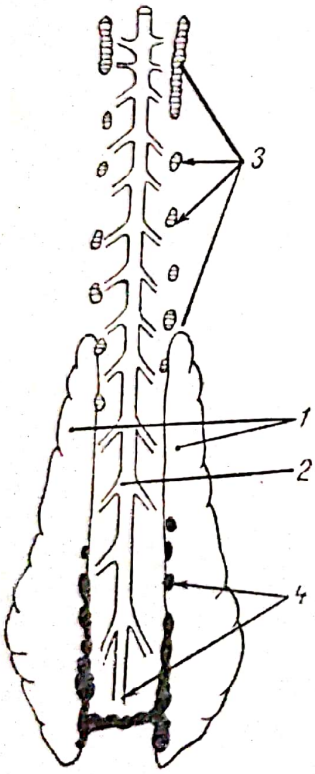


Fig. 235. Organele suprarenale şi interrenale la Selacieni (din Portmann):
1 — rinichii; *2* — aorta dorsală; *3* — organele suprarenale; *4* — organele interrenale.

Osteichthyes. Multă vreme au fost consideraţi drept interrenali *corpii lui Stanius,* care se găsesc situaţi dorsal şi ventral faţă de rinichi şi cîteodată în interiorul lor. Giacomini a arătat însă, încă din 1922, că aceşti corpusculi iau naştere din canalul lui Wolff şi că nu sînt omologi cu corpul interrenal.

Nici pînă în prezent nu s-a ajuns la un punct de vedere comun asupra semnificaţiei funcţionale a acestei formaţiuni. Astfel, în timp ce unii autori (Fontaine, Leloup, Hatey, 1959) au găsit hormoni corticosteroizi în corpii lui Stanius omologi cu cei de la mamifere, alţi autori (Ford, Bondy, Bhippips şi Mulrow, 1959) nu au putut demonstra că aceste formaţiuni ar sintetiza hormoni corticosteroizi, dar au arătat în schimb că ele posedă un sistem de enzime capabile să transforme progesteronul în corticosteroizi, omologi celor de la mamifere.

Pe lîngă corpii lui Stanius, la peşti se întîlnesc şi formaţiuni cu o activitate biologică de tipul corticosuprarenalei, care pot fi considerate drept adevărate organe interrenale. Ele iau naştere dintr-o excrescenţă pereche a epiteliului celomic situat la nivelul venelor din porţiunea cefalică a rinichiului.

Corpii cromafini sînt situaţi, în general, în pereţii venelor cardinale posterioare. La unele specii de teleosteni *(Lophobranhiatae, Conger)* se semnalează însă raporturi strînse ale interrenalei cu ţesutul croma-

fin, formîndu-se un complex a cărui structură este foarte apropiată de cea a suprarenalei amfibienilor.

La Dipnoi nu s-a descris pînă în prezent un țesut corespunzător corpilor interrenali. Corpii cromafini sînt dispuși metameric în jurul arterelor intersegmentare, în pereții venelor postcardinale și în azigosa dreaptă.

Hormonii identificați la nivelul interrenalei au o activitate biologică similară cu aceea a hormonilor țesutului cortical mamalian: intervin în reglarea metabolismului lipidic influențînd și mecanismele sistemului pigmentar. Sînt semnalate, de asemenea, variații ciclice în activitatea corpilor interrenali în raport cu periodicitatea activității sexuale. În plus, o serie de cercetări arată că unii hormoni corticosteroizi ar interveni în reglarea permeabilității sodiului la nivelul branhiilor.

În ceea ce privește activitatea endocrină a corpului suprarenal se constată că la pești, ca de altfel și la ciclostomi, sînt prezenți ambii hormoni întîlniți și la grupele superioare de vertebrate, adică *adrenalina* și *noradrenalina*. Ambii stimulează activitatea inimii, dar au acțiuni diferite asupra intestinului la diferitele grupe de pești. Astfel, în timp ce ei inhibă mișcările peristaltice ale intestinului la Teleostei, la Elasmobranhi produc o stimulare a acestor mișcări.

Amfibienii. Începînd cu acest grup de vertebrate, cei doi componenți ai glandei suprarenale sînt mult mai strîns asociați.

La Anure, glandele suprarenale conținînd atît țesut cromatin cît și cortical se prezintă sub forma a două benzi portocalii pe partea ventrală a rinichiului (fig. 236). Celulele cromafine sînt totuși aici în număr mic, o mare parte dintre acestea întîlnindu-se răspîndite sub formă de aglomerări celulare sau celule izolate, de-a lungul pereților vaselor sanguine (vene cardinale, vena cavă, aorta, artere viscerale).

De remarcat că între celulele interrenale se întîlnește și o altă categorie de celule de origine mezenchimatoasă, cu reacție acidofilă, denumite impropriu „celule de vară", întrucît ele sînt prezente și în alte anotimpuri (așa cum a fost demonstrat de unii cercetători, printre care și V. Radu).

La Urodele, țesutul cortical este fragmentat într-un mare număr de corpusculi mici, dispersați pe fața ventrală a rinichiului.

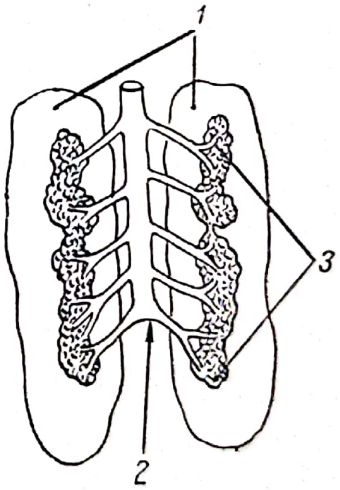


Fig. 236. Capsulele suprarenale la Amfibieni (din Portmann):
1 — rinichii; *2* — vena cavă; *3* — capsulele suprarenale.

La Gymnophioni, jumătatea anterioară a suprarenalei este formată dintr-o masă compactă ca la Anure, iar partea sa posterioară este dispersată în mici noduli, ca la Urodele.

S-a demonstrat că suprarenala amfibienilor produce o serie de hormoni cu activitate biologică similară cu aceea a mamiferelor, dar proporţia dintre aceştia este diferită faţă de cea de la mamifere, predominînd în special *aldosteronul.*

Hormonii ţesutului medular — adrenalina şi noradrenalina — ca şi la celelalte vertebrate stimulează activitatea inimii şi produc contracţia majorităţii vaselor.

Reptilele. La cei mai mulţi dintre reprezentanţii acestei clase, constituenţii interrenali şi cromafini sînt amestecaţi dezordonat.

La Lacertilieni şi Ofidieni, cea mai mare parte a ţesutului cromafin este situată în regiunea dorsală a glandei; ţesutul cortical, care constituie singur aproape totalitatea organului, ocupă porţiunea sa ventrală. Între cordoanele corticale nu se găsesc decît rare celule cromafine.

La Crocodilieni şi Chelonieni, structura histologică a glandei este destul de comparabilă cu aceea a păsărilor. Ţesutul suprarenalei este constituit din cordoane celulare, unele de tip cortical, altele de tip medular. Cele două tipuri de cordoane se întrepătrund; cele corticale sînt mult mai importante decît cele medulare, care sînt subţiri şi foarte reduse.

Suprarenalele reptilelor sînt situate în vecinătatea glandelor genitale şi nu a rinichilor.

Corpusculi cromafini se mai găsesc şi în ganglionii simpatici din regiunea abdominală, în lungul venelor renale eferente şi în vecinătatea porţiunii caudale a venei cave.

Ca şi la amfibieni, la reptile suprarenalele produc hormoni adrenocorticoizi de tipul celor întîlniţi la mamifere, dar în proporţie diferită în comparaţie cu aceştia din urmă. Hormoni predominanţi la reptile sînt *aldosteronul* şi *corticosteronul.*

Păsările. La aceste animale, glandele suprarenale sînt organe perechi, de culoare galbenă-cenuşie sau galbenă-roz, situate de o parte şi de alta a aortei abdominale şi a venei cave, la nivelul extremităţii cefalice a rinichiului corespunzător şi sînt acoperite de gonade.

Cele două părţi constitutive ale glandelor suprarenale la păsări — corticala şi medulara — sînt intim amestecate.

Ţesutul cortical este format dintr-o reţea de cordoane, în ochiurile căreia se găsesc cordoane de ţesut medular mai subţiri şi mai puţin numeroase, şi totodată mai mult sau mai puţin fragmentate, reduse uneori la simple grămezi de celule. Cordoanele corticale şi medulare sînt separate prin ţesut conjunctiv, puţin abundent, şi prin numeroase capilare sanguine sinusoide.

La unele păsări însă apare un început de delimitare a substanţei corticale de cea medulară.

În afară de glandele suprarenale, aglomerări de celule cromafine există şi în aproape toţi ganglionii simpatici din regiunile abdominală, toracică şi cervicală şi în corpii ultimobranhiali.

Scanned with OKEN Scanner

Se admite că păsările ar avea un organ cromafin, corespunzător glandei carotidiene de la mamifere.

Hormonii corticosuprarenali intervin în creşterea corpului, a principalelor viscere abdominale, în reglarea glicemiei, în activitatea spermatogenetică şi endocrină a testicululuí, dar nu a fost demonstrată cu certitudine o acţiune androgenă a corticosuprarenalei asupra caracterelor sexuale secundare la *Gallinaceae* (creasta).

La păsări, acţiunea *adrenalinei* şi a *noradrenalinei* pare a fi similară cu cea de la mamifere. Efectul adrenalinei la anumite homeo-

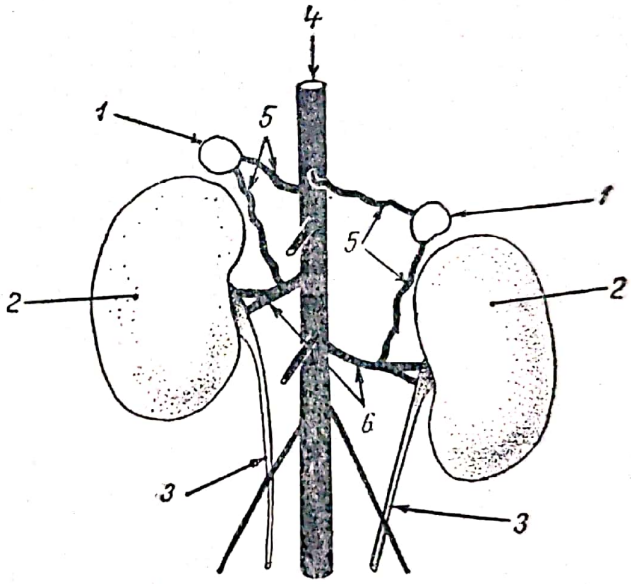


Fig. 237. Capsulele suprarenale şi rinichii la şobolan (din Weichert):
1 — capsulele suprarenale; 2 — rinichii; 3 — ureterele; 4 — aorta; 5 — arterele pentru capsulele suprarenale; 6 — arterele renale.

terme a fost considerat ca fiind acela de creştere a capacităţii la efort a organismului în timpul zborului la păsări şi în luptă la mamifere. De aceea, Cannon a denumit acest hormon „hormon de salvare".

Mamiferele au glandele suprarenale situate la partea cranială a rinichilor, de unde le vine şi numele (fig. 237). Cele două substanţe componente formează două zone în general bine delimitate, cu excepţia prototerienilor, unde medula este amestecată cu cortexul într-un fel asemănător cu acela al păsărilor. La unele forme (de exemplu, şoarecele, ursul-furnicar), o pătură de ţesut conjunctiv separă chiar cele două formaţiuni.

Proporţia dintre substanţa corticală şi cea medulară poate varia. Astfel, la porcul spinos şi la cobai cortexul este preponderent, în timp ce la marsuin, la cimpanzeu şi la alte specii medula este aceea care formează cea mai mare parte a glandei.

Cum structura celor două substanţe nu variază la mamifere, vom descrie aceste glande mai pe larg la om.

GLANDELE SUPRARENALE LA OM

Glandele sau capsulele suprarenale *(corpus suprarenale)* sînt organe glandulare mici, de forma unei virgule sau a unei „bonete frigiene", avînd greutatea de 4—6 g la adult. Sînt situate pe partea superioară a marginii interne a rinichilor corespunzători (fig. 238), fiind învelite împreună cu aceştia în *fascia renală*. Fiecare capsulă reprezintă o glandă dublă din punct de vedere histologic, embriologic şi funcţional: **corticosuprarenala** şi **medulosuprarenala.**

La exterior, glanda suprarenală este învelită de o capsulă conjunctivă proprie, subţire şi rezistentă, care conţine fibre musculare netede ramificate. De pe faţa externă a capsulei pornesc prelungiri ce formează ligamentele de fixare ale glandei; de pe faţa internă a capsulei se desprind radiar septe conjunctive lamelare, care conţin şi ele fibre musculare netede, asigurînd astfel un sistem contractil nu prea dezvoltat, dar eficient. Ramificaţiile lor se insinuează între cordoanele celulare, a căror orientare determină denumirea diverselor zone.

Corticosuprarenala, care constituie partea externă şi cea mai mare parte a glandei (grosimea 900—1 200 microni) şi are un aspect striat şi o culoare gălbuie spre brun, prezintă următoarele zone (fig. 239):

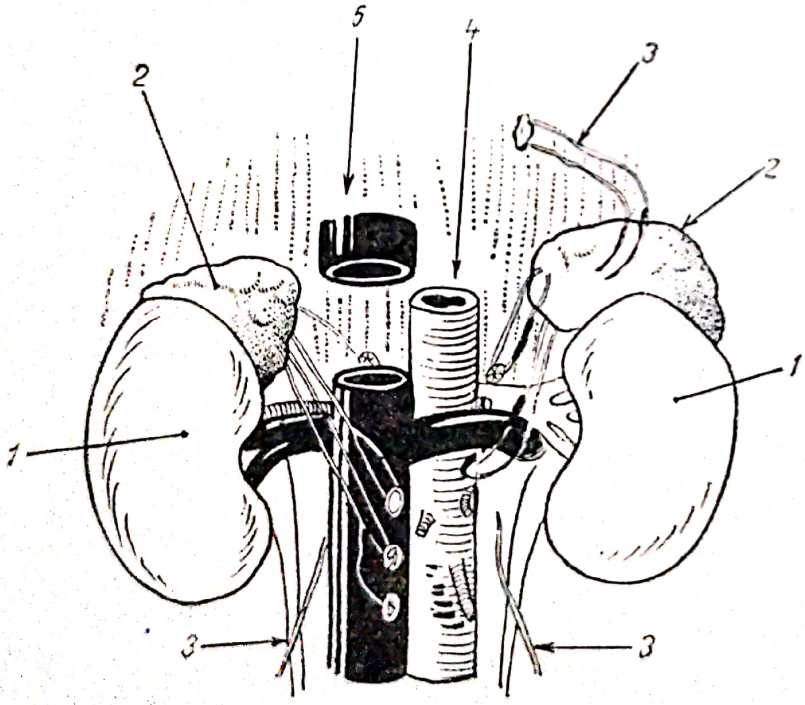


Fig. 238. Poziţia suprarenalelor la om (din Testut): *1* — rinichii; *2* — suprarenalele; *3* — vase limfatice; *4* — aorta; *5* — cava inferioară.

Zona glomerulară sau *externă*, îngustă (80—150 microni grosime), situată imediat sub capsulă, prezintă cordoane celulare ce se termină sprijinindu-se pe capsulă sau se recurbează uşor. Celulele sînt mici, cubice sau poligonale cu un nucleu central, cu o citoplasmă cu nume-

GLANDELE SUPRARENALE LA OM

Glandele sau capsulele suprarenale *(corpus suprarenale)* sînt organe glandulare mici, de forma unei virgule sau a unei „bonete frigiene", avînd greutatea de 4—6 g la adult. Sînt situate pe partea superioară a marginii interne a rinichilor corespunzători (fig. 238), fiind învelite împreună cu aceştia în *fascia renală*. Fiecare capsulă reprezintă o glandă dublă din punct de vedere histologic, embriologic şi funcţional: **corticosuprarenala** şi **medulosuprarenala.**

La exterior, glanda suprarenală este învelită de o capsulă conjunctivă proprie, subţire şi rezistentă, care conţine fibre musculare netede ramificate. De pe faţa externă a capsulei pornesc prelungiri ce formează ligamentele de fixare ale glandei; de pe faţa internă a capsulei se desprind radiar septe conjunctive lamelare, care conţin şi ele fibre musculare netede, asigurînd astfel un sistem contractil nu prea dezvoltat, dar eficient. Ramificaţiile lor se insinuează între cordoanele celulare, a căror orientare determină denumirea diverselor zone.

Corticosuprarenala, care constituie partea externă şi cea mai mare parte a glandei (grosimea 900—1 200 microni) şi are un aspect striat şi o culoare gălbuie spre brun, prezintă următoarele zone (fig. 239):

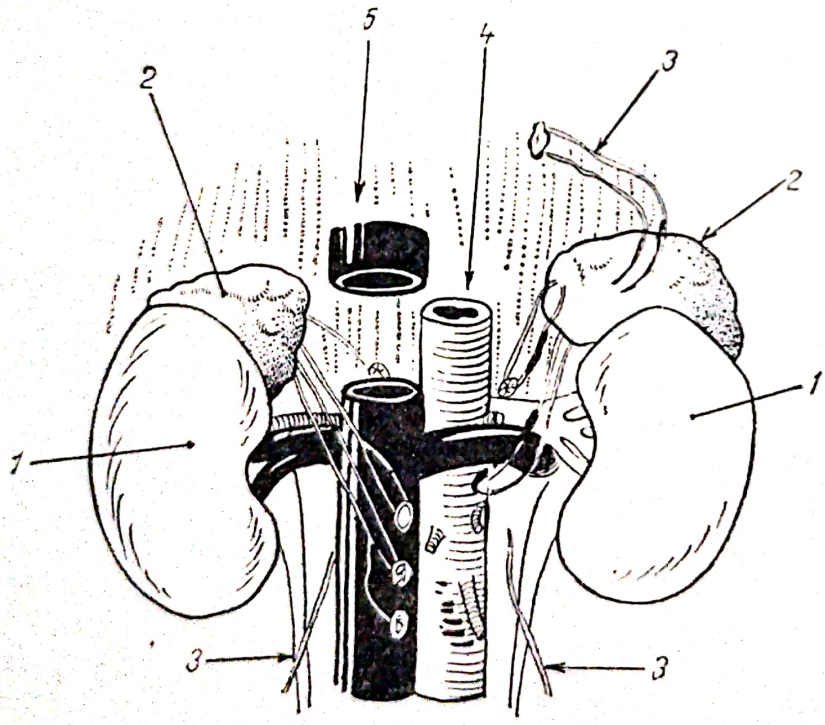
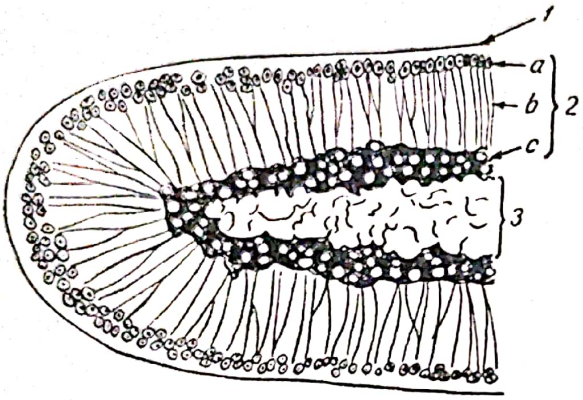


Fig. 238. Poziţia suprarenalelor la om (din Testut): *1* — rinichii; *2* — suprarenalele; *3* — vase limfatice; *4* — aorta; *5* — cava inferioară.

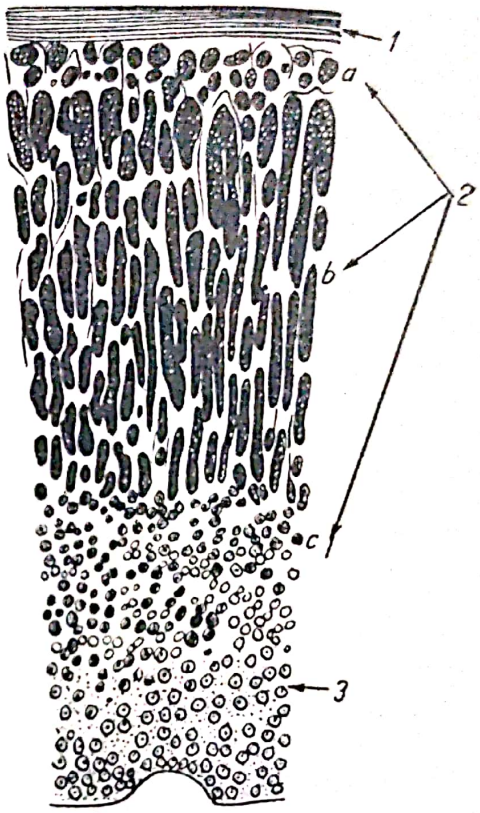
Zona glomerulară sau *externă*, îngustă (80—150 microni grosime), situată imediat sub capsulă, prezintă cordoane celulare ce se termină sprijinindu-se pe capsulă sau se recurbează uşor. Celulele sînt mici, cubice sau poligonale cu un nucleu central, cu o citoplasmă cu nume-

roase mitocondrii foarte fine. Limita tonei glomerulare spre cea următoare nu este precisă.

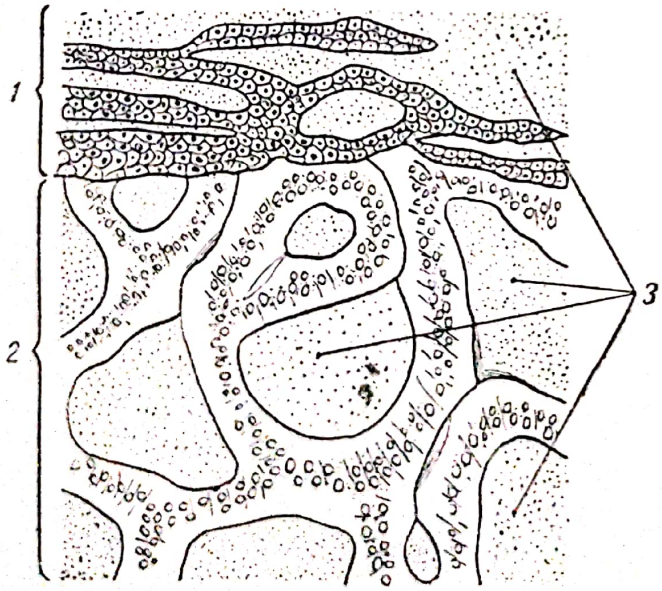
Zona fasciculată sau *mijlocie* este cea mai groasă și cea mai bine individualizată zonă a substanței corticale. Cordoanele celulare iau aici o dispoziție perpendiculară față de suprafața generală a organu-



a



b



c

Fig. 239. *a* — secțiune de ansamblu a suprarenalei la om, făcută paralel cu baza sa (din Testut):
1 — capsula conjunctivă; *2* — substanța corticală cu:
a — zona glomerulară; *b* — zona fasciculată; *c* — zona reticulată; *3* — substanța medulară.

b — secțiune transversală prin capsula suprarenală la om (din Testut):
1 — capsula conjunctivă; *2* — substanța corticală cu:
a — zona glomerulară; *b* — zona fasciculată; *c* — zona reticulată; *3* — substanța medulară.

c — secțiune prin suprarenala de porc (detaliu, din Testut):
1 — zona reticulată a corticosuprarenalei; *2* — zona medulară; *3* — capilare sinusoide.

lui și sînt paralele între ele, separate fiind de lame conjunctive fine. Celulele sînt de două tipuri: unele mai clare și cu aspect vacuolar, numite *spongiocite*, altele mai întunecate, colorabile cu hematoxilina ferică (pentru că granulațiile lor citoplasmatice prezintă reacțiile tinctoriale ale mielinei și ale lipoizilor fosforați), numite celule *siderofile*.

Zona reticulată, situată mai profund, este formată din aceleași cordoane celulare ca cele din zona fasciculată. Aici însă ele se anastomozează și se orientează în toate sensurile, nelăsînd loc între ele decît pentru vase, mult mai vizibile decît în cele două zone precedente. Celulele sînt neregulat-poligonale, citoplasma densă, nucleul intens colorabil și veziculos, uneori deformat și în picnoză. Incluziunile sînt reprezentate prin granule lipocrome (grăsimi pigmentate), ceea ce dă acestei zone culoarea ei galbenă-brună.

Toate celulele identificate în zona corticală nu sînt decît tipuri evolutive ale unei singure spițe celulare. După B e r n a r d și B i g a r t, aceste celule se multiplică în zona glomerulară, iar după alți autori (P i c a r d și C h a m b o r d) și în partea externă a zonei fasciculate. De acolo, ele emigrează în zona fasciculată, unde iau forma spongiocitelor, și ating, în sfîrșit, zona reticulată, unde se încarcă cu lipoizi pigmentați și suferă o degenerescență.

Zona X sau *zona androgenă*, situată la limita dintre corticosuprarenală și suprarenală la fetus, se atenuează progresiv în primele săptămîni ale vieții extrauterine.

Medulosuprarenala se află în mijlocul glandei (fig. 239), neavînd limite precise față de corticosuprarenală. Mărimea ei este foarte redusă în raport cu cea a corticosuprarenalei. Medulosuprarenala este formată din cordoane celulare anastomozate și orientate în toate sensurile, și înconjurate de o bogată rețea capilară. Celulele cordoanelor sînt poligonale, foarte mari, cu un nucleu sferoidal, cu un condriom moderat și cu diverse incluziuni: vacuole lipidice pigmentate sau nu (puțin abundente), precum și granule adrenalinogene (mai abundente) care reprezintă suportul vizibil al adrenalinei. Medulosuprarenala conține și mici ganglioni simpatici.

Vascularizația și inervația glandelor suprarenale este foarte bogată. Din artera diafragmatică inferioară, din aortă, din trunchiul celiac și din artera renală pătrund în substanța corticală multiple ramuri arteriale care străpung capsula organului. Vascularizația celor două substanțe ale glandelor suprarenale este inițial separată și doar la nivelul sinusoidelor din zona reticulată sîngele din aceste două zone se amestecă. Vena centrală a organului prezintă către emergența sa dispoziții musculare sfincteriene. Această structură face posibilă descărcarea rapidă a unei cantități importante de adrenalină și de hormoni corticali acumulați în sîngele venos al zonei medulare. Vena suprarenală dreaptă trece direct în vena cavă inferioară, cea stîngă în vena renală.

Vasele limfatice se formează atît din rețelele capilarelor limfatice ale medularei, cît și din cele ale corticalei.

Scanned with OKEN Scanner

Nervii suprarenalei provin fie din ganglionul splanhnic şi din ganglionul suprarenal, fie din plexusul solar.

În medulosuprarenală există celule nervoase simpatice, izolate sau grupate în mici mase ganglionare încapsulate. Ele sînt abundente la adult.

În afară de fibrele nervoase simpatice efectoare, suprarenala are şi o importantă inervaţie senzitivă, cu terminaţii dispuse mai ales în jurul vaselor sanguine. Acesta conferă suprarenalei şi un rol chemoreceptor în legătură cu mecanismele de reglare neurohormonală a proceselor metabolice.

Secreţia corticosuprarenalei. Corticosuprarenala elaborează **corticosteroizi,** ce pot fi grupaţi în trei categorii mari:

Mineralocorticoizi. Din această categorie face parte dezoxicorticosteronul ce reglează metabolismul apei şi al clorurei de sodiu şi al aldosteronului.

Glucocorticoizi: cortizonul şi hidrocortizonul care intervin în reglarea metabolismului glucidic şi protidic. Ei se elimină sub formă de oxisteroizi şi sînt în număr de 11.

Steroizi cu proprietăţi androgene. Se elimină sub formă de cetosteroizi şi sînt în număr de 17.

Se admite, în general, că există şi o slabă secreţie de hormoni foarte apropiaţi de hormonii genitali, masculini şi feminini.

Reglarea secreţiei corticosuprarenalei se face pe cale umorală (hipofiza) şi pe cale nervoasă (sistemul hipotalamo-hipofizar). Dacă secreţia corticosuprarenalei este influenţată de acţiunea hormonilor pituitari, trebuie remarcat că reglarea secreţiei pituitare corticotrope este dirijată de suprarenala însăşi.

S-a constatat că corticosuprarenala depozitează vitamina C (Szent-Györgyi, 1928—1932, Giroud).

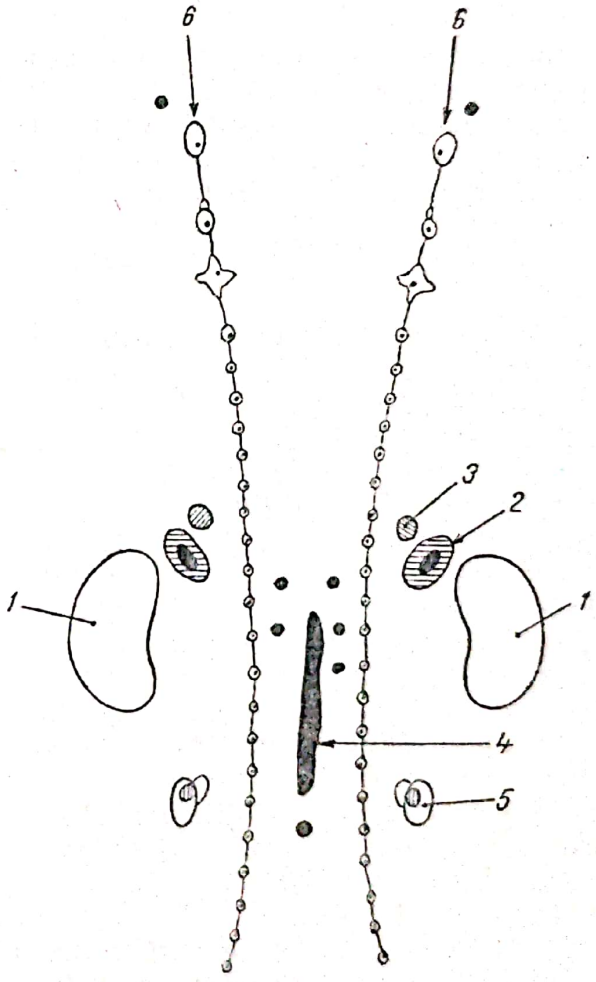


Fig. 240. Suprarenalele accesorii la mamifere (din Stempel):
1 — rinichii; 2 — capsulele suprarenale; 3 — suprarenalele accesorii de tip cortical; 4 — suprarenalele accesorii de tip medular; 5 — testiculele conţinînd ţesut de tip cortical; 6 — lanţul ganglionar simpatic.

Hipofuncţia corticosuprarenalei determină „boala lui Adisson", iar hiperfuncţia ei „sindromul suprarenalo-metabolic, suprarenalo-genital".

Medulosuprarenala produce **adrenalina.** Acest hormon determină contracţia fibrelor circulare netede a vaselor sanguine şi, prin urmare, vasoconstricţia lor. În afară de aceasta, adrenalina provoacă secreţia glandelor submaxilară şi lacrimală. Tot ea excită funcţia glicemică a ficatului şi produce astfel hiperglicemie şi glicozurie. Prin aceasta, adrenalina se opune funcţiei insulinei, care constă în a regulariza cantitatea de glucoză din sînge.

Centrii nervoşi de reglare a secreţiei adrenalinei sînt: centrul hipotalamic, centrul bulbar fundamental şi centrul medular. Fibre adrenalino- secretorii ajung la glandă prin marele şi micul splanhnic. Secreţia este permanentă. Excitaţia psihică poate provoca secreţie de adrenalină.

Suprarenalele accesorii. Sînt organe mici a căror existenţă nu poate fi neglijată, atît din punct de vedere histologic cît şi fiziologic. Unele sînt situate în vecinătatea suprarenalelor şi sînt constituite din asocierea cortico-medulo-suprarenalei; altele se situează în vecinătatea glandelor genitale, fiind formate numai din substanţă corticală (fig. 240).

PARAGANGLIONII

Paragangliomii sînt formaţiuni mici, reprezentînd asociaţii neuroendocrine şi avînd o largă răspîndire în organism. Ei secretă două substanţe — mediatori chimici — care fie că rămîn în stare concentrată în paragangliomi, fie că sînt difuzaţi în stare inactivă în organism. Aceste substanţe devin active sub influenţa influxului nervos al fibrelor preganglionare **(acetilcolina)** sau postganglionare **(adrenalina),** acţionînd asupra elementelor efectoare.

Aceste formaţiuni — neuroendocrine — ridică încă probleme a căror soluţionare necesită studii ulterioare. Datele obţinute pînă în prezent permit o clasificare a paragangliomilor, ţinînd seama în principal de inervaţia lor şi în mod secundar de cromafinitatea celulelor, adică de existenţa sau nu a celulelor adrenalinogene.

Paragangliomii simpatici cromafini. Din această categorie fac parte *medulosuprarenala* (descrisă în componenţa suprarenalei), *corpusculii asociaţi cu ganglionii* din plexul cervical, toracic şi abdominal, *organul lui Zuckerkandl, corpii epicardiaci, paragangliomii juxtagenitali* şi *veziculari, paragangliomul orbital* şi cel *submaxilar,* precum şi *masele disperse ale lui Cannon.*

Toate aceste organite sînt constituite din cordoane anastomozate de celule epiteliale, poliedrice cu rol endocrin. Intervalele sînt ocupate de o reţea de capilare de tip sinusoid. Celulele prezintă mici granulaţii refringente numite granulaţii cromafine sau adrenalinogene, deoarece ele au reacţie asemănătoare cu adrenalina şi suferă variaţii în raport cu secreţia acestei substanţe. Un caracter foarte important al acestor ganglioni este bogăţia inervaţiei lor.

Scanned with OKEN Scanner

Paraganglionii micşti sau simpatico-parasimpatici. Din această categorie fac parte *corpusculii carotidieni, organele supracardiace* şi *aortice* (ce primesc o inervaţie dublă, simpatică şi parasimpatică) care nu posedă decît puţine celule cromafine sau nu le posedă de loc.

Cel mai cunoscut este corpusculul carotidian. Este o formaţiune complexă formată dintr-o masă endocrină şi un glomus vascular. Situat la bifurcaţia carotidei, el are o formă rotunjită sau de pară, de culoare roşie-cenuşie, prezentînd dimensiuni de aproximativ 2x5 mm.

Paraganglionii vagali. Descoperiţi de Goormaghtigh la şoarece, ei sînt mici mase eşalonate în lungul nervului vag, între diafragm şi originea trunchiului celiac, în lungul arterei hepatice; la pisică se găsesc printre ganglionii epicardiaci, pe faţa dorsală a bifurcaţiei arterei pulmonare. Sînt mase endocrine care nu sînt cromafine, de tip reticulat, în relaţie cu fibrele eferente ale vagului; secretă acetilcolina.

HIPOFIZA

Este o glandă endocrină de natură complexă, cu funcţii multiple şi cu rol de coordonare a întregului sistem endocrin, fapt pentru care a fost numită şi „creierul endocrin".

In decursul embriogenezei, hipofiza se dezvoltă din două primordii distincte: *punga lui Rathke,* un mugure al stomodeumului, cavitar la majoritatea vertebratelor, dar avînd forma unui masiv celular la Teleostei şi Amfibieni, şi infundibulul, o evaginare a planşeului diencefalului (fig. 241). Aceste două formaţiuni înaintează una către cealaltă ajungînd să se alipească astfel încît în cele din urmă formează un organ unic, suspendat printr-o tijă de diencefal. Acest organ rămîne un timp în contact cu stomodeumul printr-un pedicul. Ulterior, aceasta din urmă dispare. Porţiunea derivată din stomodeum devine *adenohipofiză,* iar cea din diencefal *neurohipofiză.* Partea principală a adenohipofizei formează lobul anterior (partea distală) care reprezintă cel mai important sediu glandular al hipofiziei. Suplimentar, la adenohipofiză se pot distinge încă (dar nu la toate vertebratele) o parte intermediară, provenind din partea posterioară a acesteia sau din întreaga zonă de contact cu neurohipofiza, şi o parte tuberală, care îmbracă tija hipofizară ce ataşează neurohipofiza la hipotalamus. Această parte se distinge bine la vertebratele superioare. La celelalte vertebrate, lobulaţia prezintă o considerabilă variabilitate de formă şi poziţie.

Partea distală sau partea anterioară a hipofizei este constituită din travee de celule epiteliale care formează uneori foliculi. S-au descris 3 tipuri fundamentale de celule: *celule cromofobe* (principale), *celule acidofile* (celule α) şi *celule bazofile* (celule β). Printre celule se găsesc largi sinusoide.

Partea intermediară constă dintr-o bandă de celule bazofile, amestecîndu-se sub formă de cordoane cu ţesutul neurohipofizei.

Scanned with OKEN Scanner

Partea tuberală constă din mase de celule cromofobe și nevroglice. Aceste celule formează cordoane săpate adesea de vezicule sau de adevărate lacuri umplute cu coloid.

Partea nervoasă sau lobul posterior este locul unde se termină fasciculul nervos hipotalamo-hipofizar. La cele mai multe vertebrate s-au descris aici celule fusiforme cu prelungiri lungi, ramificate, de tip glial, numite *pituicite*.

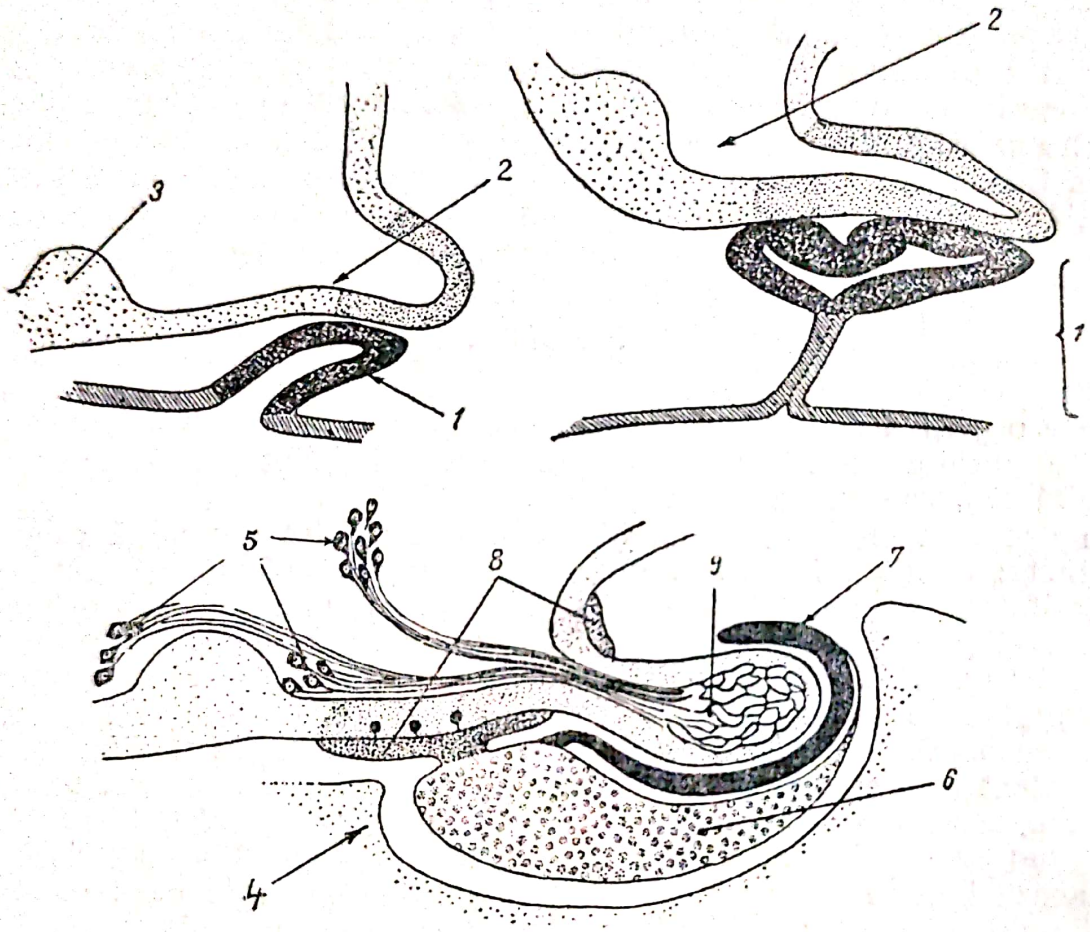


Fig. 241. Dezvoltarea și structura generală a hipofizei (din Portmann):
1 — punga lui Rathke; *2* — infundibulul; *3* — chiazma optică; *4* — șaua turcică; *5* — celulele neosecretorii ale diencefalului; *6* — partea distală a adenohipofizei; *7* — partea intermediară a adenohipofizei; *8* — partea tuberală a adenohipofizei; *9* — neurohipofiza.

HIPOFIZA ÎN SERIA VERTEBRATELOR

Unii autori admit ca precursor al adenohipofizei organul lui Müller de la *Amphioxus* sau glanda neurală de la Tunicate, dar aceste formațiuni sînt lipsite de orice activitate secretorie.

Ciclostomii au hipofiza situată între canalul nazofaringian și partea ventrală a diencefalului de care este legată. Dezvoltarea embrionară a

hipofizei la acest grup de vertebrate prezintă particularităţi specifice. Primordia adenohipofizară se dezvoltă în strînsă legătură cu sacul olfactiv, de care în cursul vieţii larvare rămîne legată printr-un cordon celular. Ulterior, adenohipofiza se separă de acest cordon care se transformă într-un tub, tubul nazohipofizar, ce se întinde sub creier, terminîndu-se în fund de sac între primele perechi de pungi branhiale la *Petromizontidae*, şi deschizîndu-se în faringe la *Myxine*. La primele, hipofiza este formată dintr-un *lob distal*, omolog părţii distale sau anterioare de la mamifere, doi *lobi laterali* omologi părţii tuberale de la mamifere şi un *lob intermediar* care înconjură partea nervoasă a hipofizei şi cu care se interpătrunde. La *Myxine*, adenohipofiza este separată de neurohipofiză (reprezentată printr-un diverticul infundibular) printr-o pătură de ţesut conjunctiv.

Peştii prezintă hipofiza constituită din cele două părţi fundamentale: *neurohipofiza* şi *adenohipofiza*. În timp ce prima rămîne în directă legătură cu planşeul ventriculului III şi se diferenţiază în general puţin, cea de-a doua este puternic diferenţiată; numai în cazuri rare (*Polypterus, Latimeria*) păstrează legături cu cavitatea bucală.

La Elasmobranchi, hipofiza rămîne de un tip foarte primitiv (fig. 242). Neurohipofiza acestora se prezintă sub forma unei lame rudimentare.

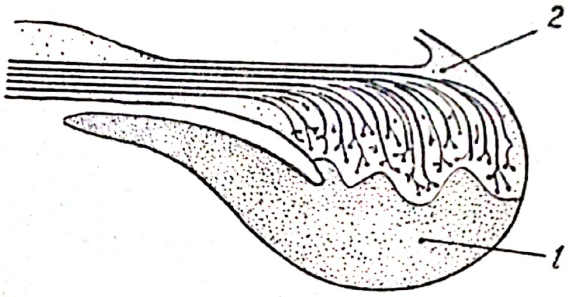


Fig. 242. Hipofiza la Selacieni (din Portmann):
1 — lobul anterior; 2 — neurohipofiza difuză.

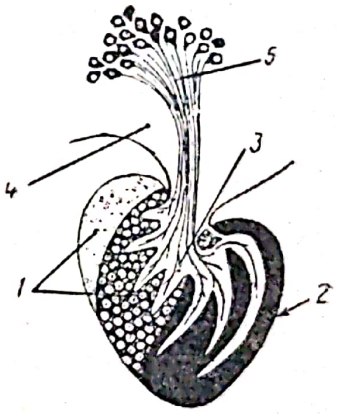


Fig. 243. Structura hipofizei la Teleostei (din Portmann):
1 — partea distală a adenohipofizei; 2 — partea intermediară a adenohipofizei; 4 — infundibulul; 5 — celulele neurosecretorii ale diencefalului.

prelungire a lamei post-optice diencefalice, fără a fi constituită într-o unitate distinctă. Adenohipofiza este diferenţiată într-un *lob anterior* şi un *lob intermediar*, iar unii autori disting şi *lobul tuberal*, ca un diverticul al lobului anterior. Lobul anterior la Selacieni are aspectul unei glande acinoase, acinii glandulari provenind din cutarea pereţilor

pungii lui Rathke. Histologic, majoritatea autorilor acceptă existența celulelor bazofil-acidofile și cromofobe.

La Teleostei, neurohipofiza este atașată de hipotalamus fie printr-un pedicel, fie printr-o suprafață largă și iradiază puternic în adenohipofiză (fig. 243). Ea este constituită din fibre neurogliale, pachete de fibre colagene de-a lungul vaselor sanguine și din pituicite. La adenohipofiză s-au descris trei lobi: *lobul anterior* (glandular, adenohipofiza), *lobul mijlociu* și *lobul posterior* (intermediar), care nu sînt omologi însă cu lobii corespunzători de la vertebratele superioare. Lobul mijlociu reprezintă o formațiune specifică peștilor care este sediul unor hormoni se coordonează activitatea sexuală, dar care la vertebratele superioare nu se distinge de lobul anterior (partea distală). Lobul anterior de la Teleostei este considerat de unii autori ca neavînd echivalent la mamifere, în timp ce alți autori îl omologhează cu partea tuberală de la acestea din urmă, datorită dispoziției sale pseudocordonale și reacției bazofile. Funcțiile hipofizei la pești sînt, în general, similare cu cele pe care le întîlnim la restul cordatelor.

Amfibienii oferă o particularitate în dezvoltarea embrionară a hipofizei, aceea că evaginarea stomodeală care corespunde pungii lui Rathke este de la început un mugure masiv și totodată materialul embrionar suferă deplasări care conduc la o dispoziție a lobilor hipofizei diferită de celelalte vertebrate. Lobul glandular este situat posterior față de celelalte părți ale hipofizei, iar lobul intermediar (cu aspectul unei haltere) este așezat deasupra lobului anterior. Partea posterioară a infundibulului este îngroșată și formează lobul posterior sau neurohipofiza (fig. 244).

Reptilele prezintă neurohipofiza bine delimitată de infundibul printr-un peduncul lung și subțire, astfel încît hipofiza devine situată ventroposterior față de diencefal. Lobul anterior este legat de restul glandei în mod lax. Partea tuberală nu este întotdeauna prezentă la acest grup de vertebrate, lipsind la Lacertilieni și Ofidieni, însă fiind bine dezvoltată la Chelonieni. Partea intermediară este foarte extinsă la Chelonieni, fapt pus în legătură cu activitatea ei pigmentară considerabilă.

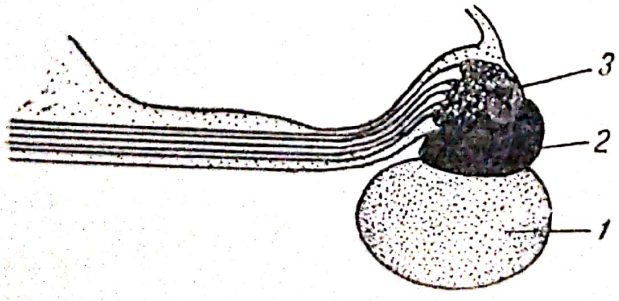


Fig. 244. Hipofiza la Urodele (din Portmann):
1 — lobul anterior; *2* — lobul intermediar; *3* — lobul neural (posterior).

Păsările. Hipofiza la acest grup de vertebrate prezintă cîteva caracteristici care o disting de mamifere. Adenohipofiza nu intră în contact intim cu neurohipofiza, ele fiind separate printr-o pătură de țesut conjunctiv. Lobul intermediar este absent. Hormonul acestei zone — intermedina — este secretat de porțiunea cefalică a lobului anterior (fig. 245).

Scanned with OKEN Scanner

Neurohipofiza nu formează ca la mamifere un adevărat lob, ci apare sub forma unui diverticul infundibular lung. În rest, hipofiza păsărilor prezintă aceleaşi caractere de structură histologică şi citologică cu celelalte vertebrate. Activitatea ei endocrină este, de asemenea, similară cu a celorlalte grupe de vertebrate.

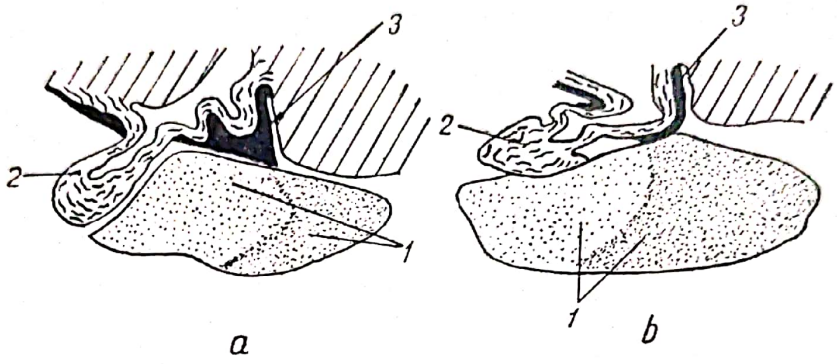


Fig. 245. Hipofiza la păsări (din Grassé):
a — hipofiza la cocoş; *b* — hipofiza la raţă:
1 — lobul anterior; *2* — lobul nervos; *3* — partea tuberală.

Mamiferele. Hipofiza mamaliană prezintă o structură care a fost considerată tipică pentru vertebrate: o *neurohipofiză* şi o *adenohipofiză*, formată din trei porţiuni: partea *distală* sau anterioară, partea *tuberală* şi partea *intermediară*. La unele specii se înregistrează unele variaţii. Astfel, la bou şi porc, din lobul intermediar proeminează o porţiune numită *conul lui Wulzen*, dar structura acestuia se aseamănă mai degrabă cu a lobului anterior. La balenă, tatuu, elefantul indian lipseşte lobul intermediar, iar la leneş şi furnicar — lobul tuberal.

O descriere amănunţită a structurii hipofizei va fi făcută la om.

HIPOFIZA LA OM

Hipofiza este situată la baza encefalului, între chiasma optică şi corpii mamilari, suspendată prin tija hipofizară de o formaţiune a hipotalamusului numită *infundibul*. Ea este adăpostită în „şeaua turcică" a sfenoidului. Are o formă ovală, cîntăreşte aproximativ 0,5—0,6 g la adult, fiind ceva mai mare la femei, mai ales la multipare.

Hipofiza este formată din următorii lobi: *lobul anterior*, mai mare, de culoare roz-cenuşie, *lobul posterior* mai mic, de culoare cenuşie-albicioasă, translucidă, asemănătoare substanţei nervoase, şi *lobul intermediar*, o formaţiune redusă situată între lobul anterior şi cel posterior, aderînd de primul. În lungul tijei hipofizare şi pe faţa sa anterioară, lobul anterior trimite o expansiune de ţesut endocrin, alcătuind porţiunea tuberală (fig. 246).

Din punct de vedere embriologic, anatomic şi fiziologic, aceste părţi se grupează însă în modul următor: lobul anterior, lobul intermediar

Scanned with OKEN Scanner

şi porţiunea tuberală alcătuiesc *adenohipofiza*, iar lobul posterior, *neurohipofiza*.

Întreaga glandă este acoperită de o capsulă fibroasă lamelară ce se racordează la pia mater. Pe partea externă, această capsulă trimite expansiuni ce fixează organul de dura mater a şeii turcice. Pe partea internă pleacă ramuri fine, incomplete, ce pătrund în părţile glandulare

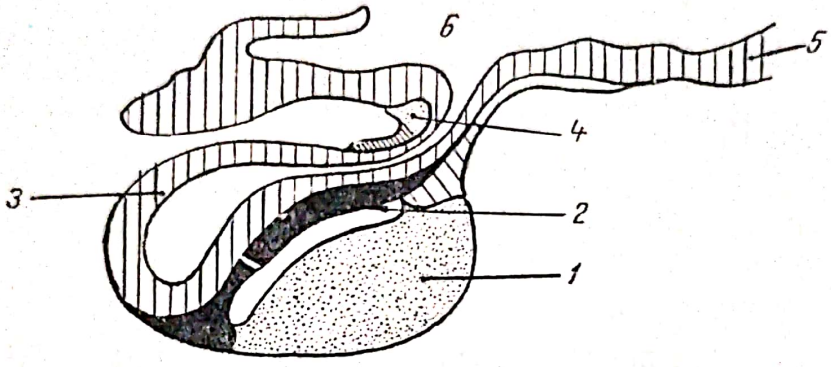


Fig. 246. Schema structurii generale a hipofizei la mamifere (din Gündisch):
1 — lobul anterior; *2* — lobul intermediar; *3* — lobul posterior (neural); *4* — lobul tuberal; *5* — chiazma optică; *6* — ventriculul III.

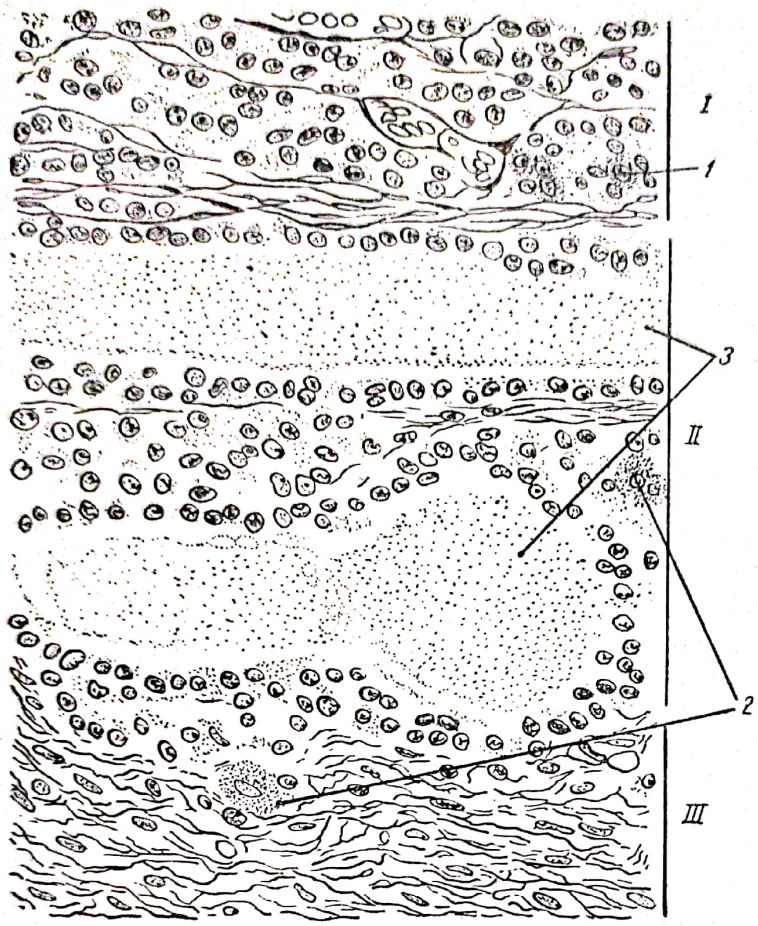
şi nervoase. O expansiune conjunctivă incompletă separă lobul anterior de cel posterior, marcînd în acest mod originea dublă a organului.

Adenohipofiza. Lobul anterior al adenohipofizei este o glandă endocrină de tip reticular: cordoane epiteliale strîns anastomozate, intricate cu o reţea de capilare sanguine, însoţite de fibre precolagene (fig. 247). Travee conjunctive subţiri delimitează lojete. Parenchimul adenohipofizei este alcătuit din cordoane celulare formate din unul sau mai multe straturi de celule. Uneori, celulele iau o dispoziţie pseudoacinoasă în jurul unei mici cavităţi ce conţine o substanţă coloidă.

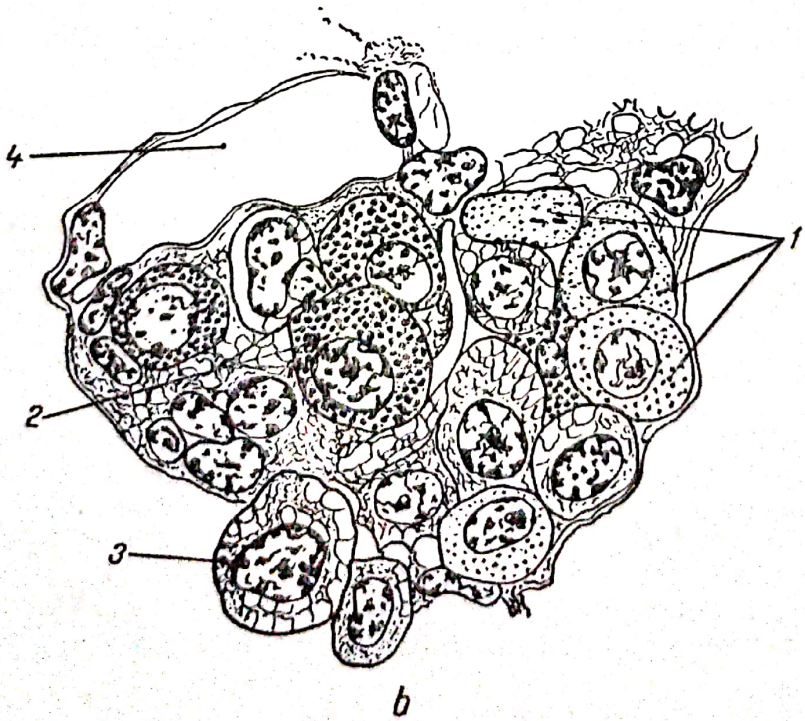
Celulele cordonale au afinităţi diferite pentru culori, ceea ce serveşte la clasificarea lor, dar sînt considerate ca aparţinînd toate la acelaşi tip celular, reprezentînd doar stadii evolutive şi funcţionale diferite. După metoda de colorare a lui Mann, celulele se diferenţiază în *cromofobe* şi *cromofile*. Cele din urmă se disting ca eozinofole şi cianofile.

Celulele cromofobe (sau principale) constituie 48—54% din celulele glandulare. Sînt poliedrice, de dimensiuni mici (6—12 microni), citoplasma se colorează slab în mov sau roz, condrionul este puţin abundent, nucleul veziculos şi clar.

Celulele cromofile (acidofile) reprezintă 35—45% din celulele glandulare. Sînt voluminoase (25—30 microni şi mai mult), de forma unui poliedru neregulat, citoplasma este slab colorabilă în roz, dar cuprinde multe granulaţii sferice eozinofile. Se găsesc numeroase mitocondrii şi un aparat Golgi.



a



b

Fig. 247. *a* — structura microscopică a hipofizei la om (din Gündisch):

I — lobul anterior; *II* — lobul intermediar; *III* — lobul posterior:
1 — celule acidofile; *2* — celule bazofile; *3* — coloid.

b — un grup de celule din lobul anterior al hipofizei (din Gündisch):

1 — celula acidofilă; *2* — celulă bazofilă; *3* — celulă cromofobă; *4* — capilar sanguin de tip sinusoid.

Scanned with OKEN Scanner

Celulele cromofile cianofile constituie 7—11% din celulele glandulare, sînt voluminoase (18—25 microni), citoplasma cuprinde granulaţii colorabile în albastru, mai mari şi mai rare decît granulaţiile eozinofilelor. Nucleul este asemănător cu acela al celulelor eozinofile.

După R. Collin, raporturile dintre aceste celule se stabilesc astfel:

a) celulele cromofobe sînt tinere, nediferenţiate, inactive sau puţin active din punct de vedere secretor;

b) diferenţele tinctoriale între celulele cromofile ţin mai mult de diferenţele de constituţie fizică a granulaţiilor decît de diferenţele de constituţie chimică, cianofilia fiind în raport cu o hidratare mai puternică;

c) celula cromofobă evoluează în celulă eozinofilă mai întîi mică, apoi mare;

d) celula eozinofilă poate evolua în moduri diferite: fie că devine hipereozinofilă (formă de degenerescenţă), fie hipoeozinofilă (forma pasageră de inactivitate, capabilă de a relua forma şi activitatea ei iniţială), fie că se transformă în celulă cianofilă ce va dispărea sub formă hipercianofilă sau va lua o formă de epuizare definitivă sau temporară, sub formă hipocianofilă.

S-au făcut încercări pentru a localiza diferitele varietăţi celulare în lobul anterior. Nu se pot stabili şi descrie decît zone de predominanţă, pentru că peste tot se găsesc amestecate cele trei tipuri fundamentale. Celulele cianofile predomină în regiunea mediană a lobului anterior, în timp ce celulele acidofile predomină în zonele laterale, fără a exista limite precise între ariile unora şi altora.

Produsul de secreţie vizibil, coloidul hipofizar, rezultă în mică parte din activitatea merocrină a celulelor şi în mare parte din secreţia holocrină. Distrugerea celulară holocrină este compensată prin procese de renovare constantă (multiplicarea celulelor cromofobe şi diferenţierea lor ulterioară).

Porţiunea tuberală a adenohipofizei este puţin dezvoltată la om, structura ei este de tip reticulo-vezicular, foarte asemănătoare cu aceea a lobului intermediar, cu deosebirea că aici veziculele sînt mici şi reţeaua vasculo-conjunctivă este mai abundentă. Din peretele tuberian sau din tija hipofizară se găsesc emigrate aici cîteva elemente nevroglice.

Lobul intermediar al adenohipofizei este o fîşie dispusă între lobul anterior şi posterior, aderînd la primul fără limite precise şi constituind numai 1—2% din volumul total al glandei. Structura sa este de tip reticulo-vezicular.

Elementele cordoanelor sînt aceleaşi ca în lobul anterior, cu predominanţa celulelor cromofobe. Veziculele sînt de două categorii: unele sînt mici, nu conţin coloid şi sînt mărginite de un strat celular simplu, fiind vestigii ale pungii lui Rathke. Altele, mai numeroase şi mai mari, rezultă din ruperea cordoanelor celulare şi orientarea lor în jurul maselor coloidale, rezultate din ruperea holocrină a unui mare număr de elemente. În lobul intermediar se mai găsesc cîteva celule nevroglice,

Scanned with OKEN Scanner

astrocite sau celule ependimare, ca urmare a remanierilor de suprafață între lobul intermediar și cel posterior.

Pe de altă parte, prin peretele conjunctiv subțire ce desparte lobul intermediar de cel posterior, pătrund în acesta din urmă mai multe sau mai puține cordoane celulare, constituite din celule cianofile, adesea în degenerescență coloidală, formînd *festoanele paleale.*

În adenohipofiză s-a semnalat și prezența unor insule limfoide. Cel mai adesea ele sînt în apropierea lobului intermediar, existînd, de asemenea, în capsulă.

Acțiunile adenohipofizei sînt multiple: influențează creșterea prin hormonul somatotrop; stimulează activitatea altor glande endocrine prin diferitele stimuline, așa cum sînt gonadostimulinele (prolactina, foliculostimulina, luteinostimulina), corticostimulina, tireostimulina și stimulina eritropoiezei; intervine în dirijarea metabolismului (metabolismul de bază, metabolismul glucidelor, al protidelor și al lipidelor); influențează unele funcții vegetative (reglarea termică, reglarea somnului), pe căi complexe.

Neurohipofiza (lobul posterior). Este reprezentată printr-un mic lob legat de peretele infundibulului ventriculului III printr-un cordon mic, *tija hipofizară.* În acest lob se găsesc mai ales fibre nevroglice, celule nevroglice obișnuite sau specializate (pituicite), corpii lui Herring (care ar putea reprezenta produse de secreție), fibre nervoase venind sau mergînd spre diencefal (unele din ele fiind efectoare, iar altele senzitive), celule pigmentare (abundente mai ales la indivizii bătrîni).

Fibrele nevroglice, foarte abundente, sînt asemănătoare cu cele din substanța cenușie a centrilor nervoși. Celulele nevroglice sau pituicitele prezintă forme variate: reticulopituicite, micropituicite, fibropituicite, adenopituicite. Unele dintre ele oferă caractere de celule secretorii. Corpii lui Herring sînt mici mase de coloid venite prin difuzie din lobul intermediar. Unii autori le consideră îngroșări ale fibrelor nervoase hipotalamo-hipofizare.

Extrasele lobului posterior prezintă trei proprietăți principale proprii: *hipertensivă, ocitocinică, antidiuretică,* datorate la doi hormoni elaborați aici — ocitocina sau pitocina — provocînd contracția uterusului și vasopresina sau pitresina, cu acțiune antidiuretică și vasconstrictoare.

Vascularizația. Arterele hipofizare inferioare (ramuri ale carotidei interne) dau un ram pentru lobul anterior și intermediar și un ram pentru lobul posterior, iar hipofizarele superioare (tot ramuri ale carotidei interne) și comunicantele posterioare se distribuie în tija hipofizară și în formațiunile glandulare din porțiunea tuberală. Ramificîndu-se, ele formează rețele capilare (printre care multe sinusoide) care ocupă aproape tot spațiul liber dintre cordoanele glandulare și dintre vezicule. Venulele merg din diverse puncte ale suprafeței hipofizei și dau vene care pătrund în sinusul subhipofizar, care comunică cu sinusul cavernos. Cîteva venule urcă în lungul tijei hipofizare și se ramifică din nou în capilare, înglobînd în ochiurile rețelei lor celulele nervoase din

Scanned with OKEN Scanner

nucleii infundibulo-tuberieni. Hormonii adenohipofizari pot astfel să acționeze asupra nucleilor tuberieni pe cale hemato-neurocrină. Acesta este sistemul porthipofizo-talamic, descris de Gr. T. Popa și de M. Fielding.

Hipofiza pare a nu prezenta vase limfatice; lichidul interstițial circulă în spațiile conjunctive pericordonale în adenohipofiză și urmează tecile perivasculare ale lui Virchow-Robin în neurohipofiză.

Nervii provin din nucleii infundibulo-tuberieni și din ganglionul simpatic cervical superior.

EPIFIZA

Epifiza face parte din complexul aparatului parietal provenind dintr-o evaginare a epitalamusului.

EPIFIZA ÎN SERIA VERTEBRATELOR

Ciclostomii. La aceste animale, epifiza poate prezenta o structură vecină cu aceea a unui ochi parietal.

Peștii. Epifiza îmbracă forme variate dar pînă în prezent nu s-a atribuit acestui organ o funcție endocrină precisă.

La Teleostei, ea este formată din 3 părți: *vezicula proximală, pedunculul* și *partea terminală.* Numai ultima parte corespunde epifizei mamiferelor și prezintă, cîteodată, o structură glandulară cu funcție hidroencefalocrină. La *Chondrichthyes,* epifiza este formată dintr-o veziculă cu celule senzoriale, situată la capătul unui pedicul lung.

Amfibienii. La Anure, în stare embrionară epifiza este o evaginare lungă a epitalamusului, al cărui capăt distal ajunge sub epiderm. După osificarea plafonului cranian, acest capăt umflat în formă de veziculă rămîne separat de encefal de care nu-l mai leagă decît fibre nervoase ce se termină în regiunea comisurii posterioare.

Reptilele. La aceste vieţuitoare întîlnim o epifiză bine dezvoltată (fig. 248), cu excepția Crocodilienilor la care ea este absentă. Asupra valorii sale funcționale, datele sînt încă insuficient conturate.

Păsările. Epifiza prezintă maximul său de dezvoltare glandulară. Epifiza puiului de găină conține numeroase vezicule de origine ependimară care reprezintă trei tipuri de celule: *ependimocite* — celule înalte, cilindrice, cu granulații secretorii apicale, *hipendimocite* — celule mici, ovoide, situate între precedentele, și *pineocite,* situate periferic. Produsul lor de secreție se varsă în lichidul cefalorahidian (hidrencefalocrinie). După realizarea maturității sexuale, aspectul histologic al epifizei se modifică, avînd loc o dispariție a veziculelor prin transformarea lor în masive celulare.

Scanned with OKEN Scanner

După Milcu şi Postelnicu, la adult, în timpul repausului sexual, ar apărea aspecte similare cu cele din perioada prepuberală. Aceşti autori nu împărtăşesc opinia după care parenchimul epifizar ar involua o dată cu maturizarea păsărilor, şi ar avea loc o diminuare funcţională.

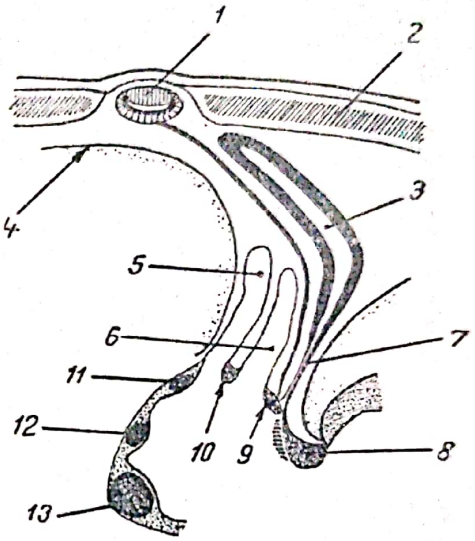


Fig. 248. Epifiza la reptile *(Hatteria)* (din Portmann):
1 — organul pineal (ochiul pineal); *2* — bolta craniană; *3* — epifiza; *4* — emisferele cerebrale; *5* — parafiza; *6* — sacul dorsal; *7* — tractusul pineal; *8* — comisura posterioară; *9* — comisura habenulară; *10* — comisura posterioară a paliumului; *11* — comisura anterioară a paliumului; *12* — comisura anterioară; *13* — chiazma nervilor optici.

Rolul endocrin al epifizei se consideră a fi acela de frînare a dezvoltării sexuale.

Mamiferele. La aceste animale nu se întîlnesc foliculi secretori, elementele epitelioide fiind diseminate printre elementele nevrolgice.

Structura detaliată a epifizei va fi prezentată la om.

EPIFIZA LA OM

Epifiza este un mic organ nepereche situat la partea posterioară a peretelui dorsal al ventriculului III, deasupra gutierei ce separă cei doi tuberculi cvadrigemeni anteriori. Are mărimea unui bob de mazăre mijlociu şi este de culoare roşie-cenuşie.

Ea este acoperită la exterior de o membrană conjunctivă, care provine din pia mater. Această membrană trimite în interiorul organului septe conjunctive incomplete, delimitînd teritorii în care sînt situate celule şi fibre nevroglice şi nervoase, celule epiteliale specifice, de semnificaţie imprecisă, numite *pineocite*, vezicule epiteliale şi concreţiuni calcaroase (fig. 249). Pineocitele sînt celule de tip epiteloid, rotunjite sau fusiforme, cu un nucleu foarte voluminos, sferoid, citoplasma cuprinzînd un centrozom, un condriom, incluziuni sferoidale foarte speciale şi de natură nedeterminată. Celulele nevroglice sînt elemente mici, stelate *(astrocite)*, care dau naştere fibrelor nevroglice. În parenchimul epifizei se întîlnesc rare celule nervoase multipolare, tipice.

Formaţiunile veziculare sînt în general mărginite de celule ependimare dispuse epiteliform în jurul unei mici mase lichide.

Concreţiunile calcaroase sînt granule microscopice ale sărurilor de calciu şi magneziu asociate cu un suport organic. Ele provin, ca şi în alte organe, din degenerarea particulelor epiteliale ce lasă resturi organice ulterior calcificate.

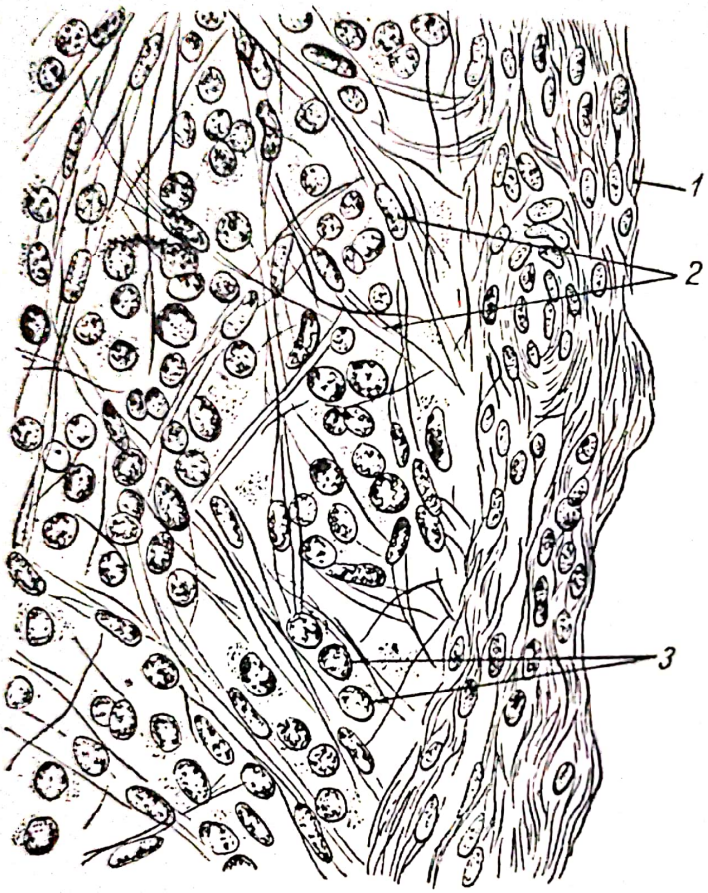


Fig. 249. Structura microscopică a epifizei la om (din Gündisch):
1 — pia mater; *2* — nuclei şi fibre nevroglice; *3* — pinocite.

În pereţii conjunctivi există celule conjunctive încărcate cu pigment melanic, precum şi celule musculare striate cu nucleul central. De-a lungul septelor conjunctive trec vase sanguine care formează o reţea anastomotică în parenchimul organului.

Întreaga structură cît şi funcţiile epifizei sînt încă puţin precizate. Produsele de elaborare ale celulelor epifizare (pineocitele, după unii autori) sînt de natură necunoscută. Rezultatele experimentărilor asupra epifizei sînt contradictorii. Se admite că epifiza are o acţiune de frînare a dezvoltării organelor sexuale; în cazul leziunii glandei apare pubertatea precoce. C. I. Parhon şi colab. au arătat că epifiza nu-şi întrerupe complet activitatea pînă la bătrîneţe, deşi ea are o dezvoltare mare pînă la 7 ani cînd începe să regreseze.

PANCREASUL ENDOCRIN

Formaţiunile iniţiale ale pancreasului endocrin iau naştere din acelaşi primordiu embrionar cu cel al pancreasului exocrin, şi anume din cordoane celulare, provenite din mugurii intestinului primitiv. La formarea insulelor primitive se acceptă că participă în principal mugu-

rele primordial median. Acesta ar forma un primordiu de pancreas endocrin, foarte precoce individualizat, care ar constitui primul masiv celular endocrin principal la vertebratele inferioare cu pancreas de tip monoinsular; la vertebratele superioare cu pancreas de tip poliinsular ar avea loc o fragmentare a sa în masa endocrină.

Un alt doilea mod de formare a parenchimului endocrin pancreatic constă în transformarea celulelor exocrine în celule endocrine, proces care conduce fie la creşterea insulelor primitive, fie la formarea de noi insule ale lui Langerhans.

Unii autori consideră că insulele primitive ar dispărea prin histoliză, insulele lui Langerhans provenind numai din insulele secundare rezultate prin metaplazia anumitor acini.

PANCREASUL ENDOCRIN ÎN SERIA VERTEBRATELOR

Ciclostomii. Aceste animale nu prezintă un pancreas individualizat. Se consideră drept pancreas endocrin o serie de formaţiuni descrise în capitolul consacrat sistemului digestiv la ciclostomi.

Peştii. Parenchimul pancreatic, de tip endocrin, îmbracă forme variate în cadrul acestui grup de vertebrate.

La Elasmobranhi, celulele insulare formează o pătură subţire în jurul epiteliului conductelor excretoare din masa pancreasului exocrin. La unele specii *(Torpedo)*, la aceste celule insulare se adaugă şi formaţiuni suplimentare alcătuite din masive de celule insulare (fig. 250),

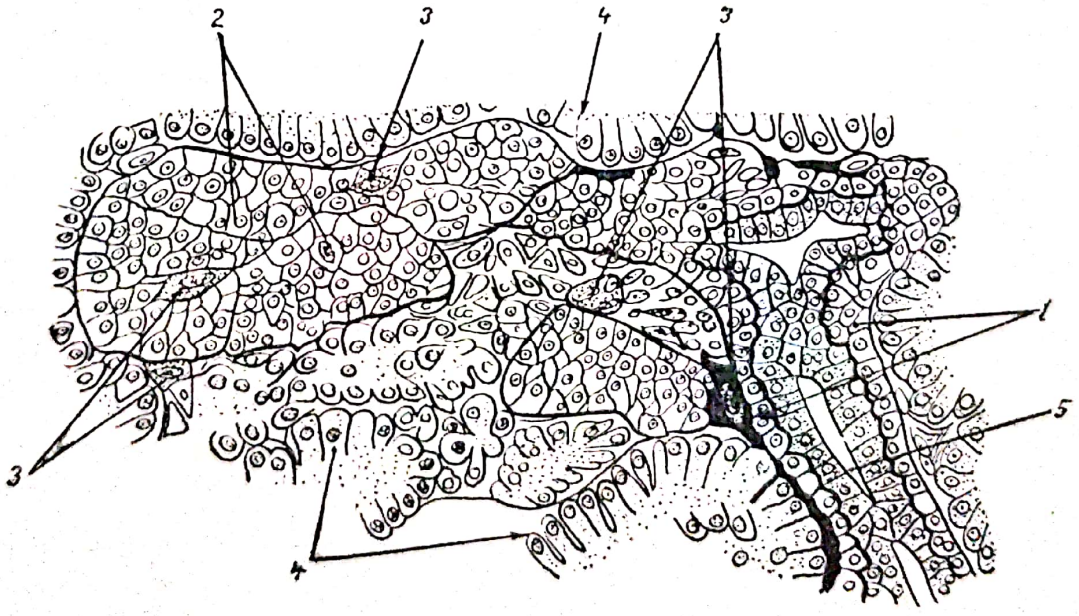


Fig. 250. Masivele celulare şi cordoanele celulare endocrine, închise în pancreasul exocrin la *Torpedo marmorata* (din Grassé XIII):
1 — cordoanele de celule endocrine; 2 — masivele de celule endocrine; 3 — capilare; 4 — formaţiuni exocrine; 5 — canaliculele excretoare ale pancreasului exocrin.

traversate de lame conjunctive și capilare sanguine, situate în continuitate cu pătura de celule endocrine din jurul conductelor excretoare.

La Holocefali și Dipnoi, structura pancreasului endocrin nu a fost încă descrisă.

La Teleostei, pancreasul endocrin, cu toată variabilitatea sa pronunțată, poate fi redus la două forme principale: *tipul insular*, comparabil cu insulele lui Langerhans de la vertebratele superioare, în care țesutul endocrin se găsește sub formă de insule în masa parenchimului exocrin, și tipul *corpuscular*, în care celulele endocrine formează unități morfologice izolate, fiind îmbrăcate cu un strat subțire de țesut zimogen.

La multe specii de Teleostei întîlnim un corpuscul mic, denumit *insulă principală*, situat în mezenter, în apropierea splinei sau în regiunea veziculei biliare, reprezentînd singurul țesut endocrin. La alte specii se întîlnesc două sau trei insule principale localizate în același teritoriu, la care se pot adăuga *insule secundare*, de mai mică importanță, răspîndite la nivelul conductelor pancreatice. În sfîrșit, unele specii prezintă *insule endocrine intrahepatice*.

Din punct de vedere histologic se disting două tipuri principale de celule: celule cromofile de tip *A* (cu granule α) și celule cromofile de tip *B* (cu granule β), principalele elemente secretoare de insulină care pot căpăta forme specifice de epuizare după elaborarea produsului. Celelalte tipuri de celule întîlnite la mamifere nu au fost identificate la pești.

Merită să fie semnalat faptul că variațiile sezoniere influențează profund la Teleostei structura pancreasului endocrin. La aceștia, în condiții de hibernare cît și în puseele de creștere somatică de primăvară și de vară, poate avea loc metamorfozarea ireversibilă a celulelor de tip zimogen în celule de tip endocrin. O transformare importantă este înregistrată la nivelul pancreasului teleosteenilor în momentul de maximă vitelogeneză, în timpul căreia la periferia masivelor endocrine apare o zonă de mutație (zona „Z" *a lui Pallot*) care corespunde unei transformări a parenchimului endocrin în parenchim exocrin, fenomen ce este reversibil. Aceasta corespunde cu mobilizarea rezervelor organismului femel în vederea realizării vitelogenezei. Factorii determinanți ai acestui fenomen sînt complecși (printre care se citează un stimul hipofizar) și nu au fost suficient elucidați.

Amfibienii. La acest grup de vertebrate, de altfel ca și la păsări și mamifere, pancreasul endocrin este reprezentat prin aglomerări de celule, numite *insulele lui Langerhans*, răspîndite printre acinii exocrini. Pe plan histologic, țesutul endocrin al pancreasului la amfibieni se caracterizează prin absența celulelor de tip *A*.

Reptilele prezintă și ele insulele lui Langerhans împrăștiate printre acinii exocrini. La mulți Ofidieni și Lacertilieni se întîlnesc insule gigantice cu numeroase celule *A*, mai frecvente chiar decît în insulele Langerhans de la mamifere.

Păsările. Insulele lui Langerhans sînt răspîndite în toți cei trei lobi ai pancreasului, dar cu o frecvență variabilă de la un lob la altul: mai

multe în lobul dorsal decît în cel ventral şi încă şi mai abundente în lobul splenic. Acest lob posedă o structură variabilă după specie. Insulele lui Langerhans se prezintă fie diseminate în lobuli distincţi ca la găină şi raţă, fie centralizate într-o formaţiune voluminoasă sub o pătură de acini periferici ca la *Turdus viscivorus*, amintind astfel situaţia întîlnită la unii Teleostei. Din punct de vedere structural, insulele lui Langerhans apar fie sub forma unor mase celulare transversate de capilare sanguine, fie sub formă de cordoane celulare anastomozate într-o reţea puternic vascularizată. S-au identificat două tipuri de insule: unul prezentînd celule de tipul *B* şi *D*, iar altul celule de tipul *D* şi *A*. Aceste din urmă insule numite şi „insule întunecate" ar reprezenta o stare de diferenţiere embrionară capabilă de a evolua fie în insule de tip Langerhans, fie în acini.

Mamiferele. Insulele lui Langerhans sînt răspîndite în tot pancreasul, cu predilecţie în lobul splenic.

O descriere amănunţită a acestora o vom face la om.

PANCREASUL ENDOCRIN LA OM

Pancreasul endocrin la om este reprezentat ca şi la celelalte mamifere prin insulele lui Langerhans, aglomerări celulare mici de 0,1—1,5 μ, de culoare cenuşie, răspîndite printre acinii exocrini. Ele există în întreaga glandă, fiind mai abundente în regiunea cozii, reprezentînd aproximativ 1% din masa pancreatică.

Din punct de vedere histologic, insulele lui Langerhans au structura glandelor endocrine de tip reticulat. Celulele care intră în constituţia acestora sînt dispuse în cordoane care formează o reţea ale cărui ochiuri sînt ocupate de un sistem de largi capilare sanguine (v. fig. 62). În acest mod fiecare celulă vine în contact cu vasele sanguine prin mai multe din feţele sale.

Lane (1908), Bensley (1911) şi Bloom (1931) utilizînd tehnici speciale de colorare reuşesc să distingă mai multe tipuri de celule: celule de tip *A*, mai mari, situate la periferia insulei, în jurul vaselor, cu nuclei, mari, rotunzi sau ovali; celule de tip *B*, cele mai numeroase, mai mici decît celulele *A* şi tasate; celulele de tip *C*, rare, cu citoplasma clară, posedînd sau nu granulaţii, cu nucleul mic corespunzînd probabil celulelor *A* sau *B* degradate; celule de tip *D*, slab diferenţiate şi rare.

La un nou-născut, centrul insulei cuprinde celule *B* şi două straturi periferice de celule *A*. La copil, celulele *A* sînt mai puţin numeroase şi totdeauna periferice. La fel la adult, dar aici celulele *A* sînt mai puţin numeroase şi lipite de capilare.

Celulele *B*, cele mai numeroase, secretă insulina: asupra semnificaţiei elementelor *A*, *C* şi *D* părerile sînt încă contradictorii.

Vascularizaţia şi inervaţia pancreasului endocrin. Capilarele sanguine, abundente şi de tip sinusoid, formează o reţea strînsă, care umple toate spaţiile dintre cordoane. Aceste capilare reprezintă o modificare

locală a rețelei periacinoase. Se găsesc totuși și arteriole și venule proprii ce deservesc rețeaua capilară a unei insule.

Formațiunile conjunctive sînt reduse la cîteva fibre colagene și precolagene fine și la cîteva celule conjunctive; ele se racordează cu țesutul conjunctiv interacinos.

Fibrele nervoase, provenite din pneumogastric și din simpatic, formează un *plexus periinsular*, acesta continuîndu-se cu un bogat *plexus intrainsular*.

Activitatea secretorie a pancreasului endocrin. Diferite date experimentale de morfologie și de observații clinice dovedesc rolul insulelor Langerhans în secreția hormonului hipoglicemiant denumit **insulină**, hormon ce regularizează metabolismul glucozei în sînge, acționînd asupra celulelor hepatice, unde reglează glicogeneza. Pe lîngă aceasta, insulina influențează și metabolismul lipidelor și al protidelor (lipsa lui producînd acumulări în sînge a substanțelor toxice, cum ar fi corpii cetonici și produșii acizi ai protidelor).

În ultimul timp, în țesutul pancreatic exocrin au fost identificate și alte substanțe, datele histologice nefiind în măsură să le precizeze originea. Amintim dintre acestea: *vagotonina*, substanța trofică cicatrizantă și *glucagonul*.

Reglarea secreției insulinei are loc pe cale *reflexă*, prin nervul vag, pe cale *umorală* (în urma creșterii cantității de glucoză în sînge) și pe cale *endocrină* (factorul hipofizar contrainsular al lui Houssay și Young, și tiroxina).

Scanned with OKEN Scanner

Bibliografie[1]

1. Abel, A. *Stamme der Wirbeltiere*. Berlin, Edit. Walter de Gruyter, 1929.
2. Andrew, W. *Texbook of comparative Histology*. New-York, Edit. Oxford University Press, 1959.
3. Angelescu, V. *Elemente de embriologie*. Editura autorului, București, 1942.
4. Anthony, J. *Anatomie dentaire comparée*. Paris, Edit. Herman, 1968.
5. Aron, M., Grassé, P. *Biologie animale*. Paris, Edit. Masson, 1963.
6. Baer, J. G. *Anatomie comparée des Vertebrés*. Neuchatel, Edit. du Griffon, 1965.
7. Benninghoff, A. *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. München-Berlin, Edit. Lehmann, 1940.
8. Bolk, L. ș.a. *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere*. Edit. Urban-Scwarzenberg, Berlin, 1939.
9. Böker, H. *Vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere*. Edit. Fischer, Jena, 1935.
10. Borcea, I.: *Recherches sur le système uro-génital des Elasmobranches*. Edit. Schleicher, Paris, 1906.
11. Braus, H.: *Anatomie des Menschen*. Edit. Springer, Berlin, 1921.
12. Buddenbrock, W.: *Vergleichende Physiologie: Hormone*. Edit. Birkhäuser, Basel, 1950.
13. Bujor, P.: *Contribution à l'etude de la métamorphose de l'Ammocoetes branchialis*. Edit. Le Bigot, Lille, 1891.
14. Bütschli, O.: *Vorlesungen über vergleichende Anatomie*. Edit. Engelman, Leipzig, 1924 și 1934.
15. Clara, M.: *Entwicklungsgeschichte des Menschen*. Edit. G. Thieme, Leipzig, 1955.
16. Collin, R.: *Les hormones*. Edit. Albin Michel, Paris, 1938.
17. Crouch, J.: *Functional human anatomy*. Edit. Kimpton, Londra, 1965.
18. Drăgoiu, I. *Elemente de histologie*. Edit. H. Welther, Sibiu, 1946.
19. Dubreuil, G., Baudrimont, A. *Manuel d'Histologie*. Edit. Vigot, Paris, 1959.
20. Ellenberger, W., Baum, H. *Handbuch der vergleichende Anatomie der Haustiere*. Edit. Springer, Berlin, 1943.
21. Euler, U. S., Heller, H. *Comparative Endocrinology*. Edit. Academic Press, New-York—London, 1963.
22. Gheție, V. *Anatomia animalelor domestice*. Edit. didactică și pedagogică, București, 1967.
23. Grassé, P. *Traité de Zoologie*. Tomurile: XII, XIII, XV, XVII,. Edit. Masson, 1950—1958.
24. Grassé, P., Devillers, Ch. *Zoologie II. Vertebrés*. Edit. Masson, Paris, 1963.
25. Harder, W. *Anatomie der Fische*. Edit. Schweizerbart, Stuttgart, 1964.
26. Hesse, R., Doflein, F. *Tierbau und Tierleben*. Edit. Fischer, Jena, 1935.
27. Ihle, J. ș.a. *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere*. Edit. Springer, Berlin, 1937.
28. Jedenov, V. *Sravnitelnaia Anatomia Primatov*. Edit. Școala superioară, Moscova, 1962.

[1] Prezenta bibliografie cuprinde numai lucrările generale (tratate, manuale, monografii), nu și articolele consultate.

Scanned with OKEN Scanner

29. Kämpfe, L. ș.a. *Leitfaden der Anatomie der Wirbeltiere.* Edit. Fischer, Jena, 1966.
30. Kehl, R. *Les glandes endocrines.* Edit. Presses universitaires de France, Paris, 1958.
31. Kostoianț, H. *Osnovî sravnitelnoi fiziologhii.* Edit. Sovetskaia Nauka, Moscova, 1951.
32. Lîsenkov, N. K. ș.a. *Ucebnik normalnoi Anatomii celoveka.* Edit. Medghiz, Moscova, 1958.
33. Marinelli, W., Strenger, A. *Vergleichende Anatomie und Morphologie der Wirbeltiere.* Edit. Fr. Deutuke, Wien, 1954—1959.
34. Matveev, B. C. *Bolșoi praktikum po Zoologhii Pozvonocinih.* Edit. Universității din Moscova, 1963.
35. Milcu, Șt. *Hormonii și viața.* Edit. științifică, București, 1965.
36. Milcu, Șt. *Endocrinologie clinică.* Edit. Medicală, București, 1967.
37. Moellendorf, W., Bargmann, W. *Handbuch der mikroscopischen Anatomie des Menschen.* Edit. Springer, Berlin, 1929—1959.
38. Parhon, C. I., Goldstein, M. *Traité d'Endocrinologie.* Edit. Viața Românească, Iași, 1923.
39. Parhon, C. I. *Manual de Endocrinologie.* București, 1939.
40. Policard, A. *Précis d'Histologie physiologique.* Edit. Doin, Paris, 1960.
41. Portmann, A. *Einführung in die vergleichende Morphologie der Wirbeltiere.* Edit. B. Schwabe, Basel—Stuttgart, 1959.
42. Preda, V. *Determinarea și diferențierea sexuală la vertebrate.* Edit. Academiei R. S. România, București, 1968.
43. Romer, A. S. *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.* Edit. P. Parey, Berlin, 1966.
44. Rouvière, H. *Anatomie générale.* Edit. Masson, 1939.
45. Smalhausen, I. *Osnovî sravitelnoi Anatomii.* Edit. Sovetskaia Nauka, Moscova, 1957.
46. Steopoe, I. *Citologie, Histologie, Embriologie.* Edit. didactică și pedagogică, București, 1967.
47. Stöhr, P. ș.a. *Lehrbuch der Histologie.* Edit. Fischer, Jena, 1955.
48. Testut, L., Latarget, A.: *Traité d'Anatomie humaine.* Edit. Masson, Paris, 1947.
49. Tittel, K. *Ucebnik Anatomie celoveka.* Edit. Medghiz, Moscova, 1953.
50. Turchini, J. *Cellule-Embriologie.* Edit. Doin, Paris, 1948.
51. Vialleton, L. *Eléments de morphologie des Vertébrés.* Edit. Doin, Paris, 1911
52. Weber, M.: *Die Säugetiere.* Edit. Fischer, Jena, 1928.
53. Weichert, C. *Anatomy of the Cordates.* Edit. Mc Graw-Hill, New-York—Toronto—London, 1965.
54. Wiedersheim, R. *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.* Edit. Fischer, Jena, 1906.
55. Zavarzin, A., Scelgunov, C. *Manual de Histologie.* Edit. Medghiz, Moscova, 1954.
56. Young, J. Z. *The life of Vertebrates.* Edit. Clarendon Press, Oxford, 1964.
57. Young, J. Z. *The life of Mammals.* Edit. Clarendon Press, Oxford, 1966.

Scanned with OKEN Scanner

Cuprins

Sistemul digestiv 5
Embriogeneza și structura generală a tubului digestiv 6
Sistemul digestiv în seria vertebratelor 10
Sistemul digestiv la om 53
Peritoneul 74
Vezicula gazoasă (sau înotătoare) 76

Sistemul respirator 82
Respirația cutanată la vertebrate 83
Branhiile și respirația branhială la vertebrate 83
Plămînii și respirația pulmonară la vertebrate 93
Organele respirației și fonației la om 113

Sistemul circulator 121
Structura generală a sistemului circulator 122
Sîngele și limfa 122
Vasele sanguine și limfatice 129
Inima 133
Evoluția sistemului circulator la vertebrate 137
Evoluția inimii 137
Evoluția sistemului arterial 146
Evoluția sistemului venos 155
Evoluția sistemului limfatic 164
Sistemul circulator la om 169
Inima 169
Splina 185

Sistemul excretor 186
Embriogeneza sistemului excretor 187
Structura nefronului și tipurile acestuia 190
Vascularizarea rinichiului 195
Evoluția sistemului excretor la vertebrate 195
Sistemul excretor la om 209
Rinichiul 210

Scanned with OKEN Scanner

Sistemul genital 220
Structura generală a sistemului genital 221
Dezvoltarea embrionară a sistemului genital 227
Sistemul genital în seria vertebratelor 235
Sistemul genital la om 254
Interrelațiile dintre glandele genitale și glandele endocrine 268

Sistemul endocrin 272
Tiroida 274
Tiroida în seria vertebratelor 274
Tiroida la om 277
Paratiroidele sau corpusculii epiteliali 281
Paratiroidele în seria vertebratelor 281
Paratiroidele la om 282
Timusul 284
Timusul în seria vertebratelor 284
Timusul la om 287
Glandele suprarenale și paraganglionii 290
Glandele suprarenale în seria vertebratelor 292
Glandele suprarenale la om 296
Paraganglionii 300
Hipofiza 301
Hipofiza în seria vertebratelor 302
Hipofiza la om 305
Epifiza 310
Epifiza în seria vertebratelor 310
Epifiza la om 311
Pancreasul endocrin 312
Pancreasul endocrin în seria vertebratelor 313
Pancreasul endocrin la om 315

Bibliografie 317

Nr. colilor de tipar: 20

Întreprinderea poligrafică „Crișana"
Str. Moscovei nr. 5 — Oradea
Republica Socialistă România
Comanda nr. 22/1354

Scanned with OKEN Scanner